



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA



**Construção de um titulador alternativo e o uso de indicadores
naturais para medidas de pH**

LEONARDO DOS SANTOS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Rio de Janeiro

Março, 2016

Construção de um titulador alternativo e o uso de indicadores naturais para medidas de pH

LEONARDO DOS SANTOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Licenciatura em Química, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção da habilitação de Licenciado em Química.

Orientadores:

Iracema Takase

Tatiana Chaves Lorençatto

Rio de Janeiro

Março, 2016

Construção de um titulador alternativo e o uso de indicadores naturais para medidas de pH

LEONARDO DOS SANTOS

Trabalho de conclusão de curso submetido ao curso de Licenciatura em Química, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção da habilitação de Licenciado em Química.

Aprovada por:

Prof.^a Dr.^a Iracema Takase (IQ/UFRJ) - Orientadora

Prof.^a MSc. Tatiana Chaves Lorençatto (IQ/UFRJ) – Coorientadora

Prof. MSc. Rodolfo Santos Barboza (IQ/UFRJ)

Prof.Dr.^a Maiara Oliveira Salles (IQ/UFRJ)

Rio de Janeiro, 18 de Março de 2016.

Dedico este trabalho de conclusão de curso ao grande Deus IAOHUSHUA.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao grande IAOHUSHUA por me permitir estar aprendendo cada vez mais sobre os seus segredos através da ciência.

À minha família por amparar os desejos do meu coração dentro de suas capacidades.

À minha namorada Ana Paula, por ser um amparo seguro para os momentos de adversidades.

À Professora Dr.^a Iracema Takase pela paciência exclusiva durante a graduação.

À Professora Tatiana Chaves Lorençatto pela dedicação e presteza durante todo o trabalho de conclusão de curso.

À Professora Dr.^a Monica Costa Padilha pela amizade, o apoio e por todas as portas que sua ajuda já me abriu. Além do apoio brindado em tudo que foi necessário utilizar do laboratório.

A todos os técnicos do LADETEC, que sem exceção me apoiaram durante todo o trabalho de conclusão de curso.

A todos os companheiros da graduação que me acompanharam nesta jornada com sua amizade e presteza.

“O único lugar em que o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário”

Albert Einstein

RESUMO

A utilização da experimentação poderá ser uma poderosa ferramenta capaz de propiciar o estímulo necessário para aquisição de uma aprendizagem significativa (GUIMARÃES, 2009), quando o indivíduo que observa um dado fenômeno sentir-se atraído pelo mesmo. Afinal é o fascínio pelo objeto da observação que irá manifestar alguns instintos, e ou mecanismos, como a curiosidade, que alavancará uma nova postura de comprometimento com qualquer evento, fenômeno ou circunstância que exija interpretação.

Desta forma, a construção do conhecimento ocorre naturalmente, através do diálogo entre professores e alunos, de modo que o aluno seja incentivado a aprofundar seus conhecimentos de uma forma espontânea. Neste intento o presente trabalho apresenta a proposta de um planejamento de aula que deverá ser abordada pela utilização de um titulador alternativo e o uso de indicadores alternativos naturais de pH.

Este planejamento de aula é manifestado na forma de dois roteiros, um dedicado a dar suporte ao professor (roteiro do professor) e outro destinado ao uso exclusivo do aluno (roteiro do aluno). O roteiro do aluno é um guia que deverá aproximar o educando do universo de alguns conhecimentos da disciplina de química, por meio da realização de uma volumetria de neutralização utilizando o titulador proposto (MICHEL, 2014).

Esta abordagem experimental propõe ao estudante e ao docente uma nova maneira de pensar dentro desta ótica, de que o conhecimento pode ser reciclado, substituído e reconstruído e/ou transformar modelos engessados de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: volumetria ácido-base, titulador alternativo, indicador ácido-base alternativo natural, almeirão roxo.

Índice de figuras

Figura 1: Indicadores ácido-base comerciais (Adaptação de BRADY, 1986).....	29
Figura 2: Transformação química da fenolftaleína (Adaptação de BACCAN, 1983).....	29
Figura 3: Estrutura geral de um flavonoide (Adaptação de HASSIMOTTO, 2005).....	32
Figura 4: Esquema de padronização e avaliação das soluções em sistema convencional (Bureta), cujos valores serão utilizados como referência na avaliação do sistema alternativo.....	37
Figura 5: Partes que compõem o titulador alternativo.....	42
Figura 6: Montagem do titulador para aferição da escala da seringa.....	45
Figura 7: Comportamento do extrato de alface roxa na escala de pH.....	48
Figura 8: Comportamento do extrato de folha de beterraba na escala de pH.....	49
Figura 9: Comportamento do extrato de canela na escala de pH.....	50
Figura 10: Comportamento do extrato de cravo da índia na escala de pH.....	50
Figura 11: Comportamento do extrato de flor de picão na escala de pH.....	51
Figura 12: Comportamento do extrato de petúnia azul na escala de pH.....	52
Figura 13: Comportamento do extrato de almeirão roxo na escala de pH.....	53
Figura 14: Estrutura dos possíveis flavonoides contidos no almeirão (Adaptação de HUBER, 2008; ARABBI, 2004).....	56
Figura 15: Possível estrutura química dos flavonóis contidos no almeirão.....	59
Figura 16: Modificações da estrutura química da quercetina em pH alcalino.....	59
Figura 17: Mudança na estrutura do canferol em pH alcalino.....	60
Figura 18: Possível estrutura química das flavonas contidas no almeirão.....	61
Figura 19: Possível transformação da estrutura química da luteolina em meio alcalino.....	62
Figura 20: Possível transformação da estrutura química da apigenina em meio alcalino.....	62
Figura 21: Resultado da titulação descrita na tabela 8.....	70
Figura 22: Titulação do ácido acético com hidróxido de sódio.....	71
Figura 23: Sistema montado para titulação potenciométrica.....	72
Figura 24: Curva da titulação (esquerda) e recorte dos dados da curva de titulação (direita).....	73
Figura 25: Ponto final da titulação do ácido clorídrico em titulador alternativo.....	75
Figura 26: Ponto final da titulação do ácido acético em titulador alternativo.....	76
Figura 27: Mudança de cor do extrato de almeirão na titulação do ácido clorídrico.....	78
Figura 28: Mudança de cor do extrato de almeirão na titulação do ácido acético.....	80
Figura 29: Possíveis indicadores contidos no extrato de almeirão.....	115
Figura 30: Componentes do sistema alternativo.....	135
Figura 31: Molde da base central do titulador.....	137
Figura 32: Limitador de área da parte central da base do titulador.....	138
Figura 33: Corte dos estojos.....	139
Figura 34: Montagem da parte central da base central do titulador.....	140
Figura 35: Finalização da parte central da base do titulador.....	141
Figura 36: Fragmentos da base do titulador alternativo.....	142
Figura 37: Haste de conexão entre a base e o sistema mecânico do titulador.....	143
Figura 38: Detalhe do primeiro e segundo fragmentos do conjunto do eixo axial.....	144
Figura 39: Construção do terceiro fragmento do conjunto do eixo.....	145
Figura 40: Quarto fragmento do conjunto do eixo.....	146
Figura 41: Quinto fragmento do conjunto do eixo.....	147
Figura 42: Primeira peça do alojamento da seringa.....	148
Figura 43: Segunda peça do alojamento da seringa.....	149
Figura 44: Montagem da base do titulador.....	150
Figura 45: Montagem do eixo.....	151
Figura 46: Montagem do sistema mecânico e o alojamento da seringa.....	152
Figura 47: Detalhe da orientação dos orifícios na cantoneira de latão e alojamento da seringa.....	153
Figura 48: Montagem do sistema convencional de titulação (Adaptação de Xavier, 2012).....	154
Figura 49: Montagem do sistema alternativo de titulação.....	157
Figura 50: Extrato aquoso obtido a quente (Ensaio realizado em 2014).....	158
Figura 51: Extrato aquoso obtido a temperatura ambiente.....	159
Figura 52: Extrato etanólico obtido a temperatura ambiente.....	159
Figura 53: Titulação com extrato aquoso obtido a quente.....	160
Figura 54: Titulação com extrato aquoso obtido a temperatura ambiente.....	160
Figura 55: Titulação com extrato etanólico obtido a temperatura ambiente.....	161

Índice de tabelas

Tabela 1: Lista contendo o valor do material utilizado na confecção do titulador alternativo.	40
Tabela 3: Lista contendo o valor dos equipamentos utilizados na construção do titulador alternativo.	41
Tabela 1: Teores de flavonas e flavonóis encontrados no almeirão. (Adaptação de HUBER, 2008).....	55
Tabela 4: Valores do material utilizado em um sistema convencional de titulação (bureta).....	65
Tabela 5: Verificação de quatro pontos estratégicos da escala da seringa hospitalar.....	67
Tabela 6: Verificação do volume de uma gota da seringa hospitalar.	68
Tabela 7: Padronização secundária do hidróxido de sódio com padrão primário biftalato de potássio em um sistema convencional de titulação (Bureta).....	69
Tabela 8: Padronização terciária do ácido clorídrico com padrão secundário de hidróxido de Sódio em sistema convencional de titulação.....	70
Tabela 9: Padronização terciária do ácido acético (vinagre) com o padrão secundário hidróxido de sódio em um sistema convencional de titulação.....	71
Tabela 10: Dados da titulação potenciométrica.....	74
Tabela 11: Titulação do ácido clorídrico com hidróxido de sódio em titulador alternativo.....	75
Tabela 12: Titulação do ácido acético com hidróxido de sódio em titulador alternativo.....	76
Tabela 13: Titulação convencional com indicador alternativo.....	77
Tabela 14: Titulação do ácido acético com hidróxido de sódio e almeirão roxo utilizando sistema alternativo. .	79

Índice de quadros

Quadro 1: Detalhamento das seis principais classes de compostos polifenólicos. (Adaptação de CAMMERER, 2012, OLIVEIRA, 2007 e HASSIMOTTO, 2005).....	33
Quadro 2: Dados do preparo dos extratos	38
Quadro 3: Confronto entre os resultados das titulações ácido-base.....	80
Quadro 4: Detalhamento do preparo das soluções com pH definido por pHmetro.....	95
Quadro 5: Cotação online dos materiais utilizados em um sistema clássico titulação (bureta)	97
Quadro 6: Ética, meio ambiente e saúde.....	105
Quadro 7: Resultados obtidos em um ensaio prévio com o titulado (Ácido acético).....	106
Quadro 8: Material a ser utilizado no sistema alternativo de titulação.	116
Quadro 9: Inserção dos resultados da titulação pelos alunos	124
Quadro 10: Avaliação da titulação	126
Quadro 11: Descrição de equipamentos e componentes usados no procedimento de confecção do titulador alternativo	130

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
°C	Grau Celsius
CEPIF	Colégio Estadual Professor Ivan Ferreira
CIEP	Centro integrado de educação pública
CO₂	Dióxido de carbono
DPR%	Desvio padrão relativo
Dr.	Doutor
Dr^a.	Doutora
EEB	Extrato etanólico bruto
EAB	Extrato aquoso bruto
H	Hora
HCl	Ácido clorídrico
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.
IQ	Instituto de Química
kg	Quilograma
L	Litro
LAB CAL	Laboratório de Calibração
LADETEC	Laboratório de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico
LDB	Lei de diretrizes e bases da educação nacional

MM	Massa molar
m²	Metro quadrado
mg	Miligrama
min	Minuto
mL	Mililitro
mm	Milímetro
mM	Milimolar
N	Número de análises
NBR	Norma brasileira
nm	Nanômetro
ng	Nanograma
%	Porcentagem
P.A.	Padrão analítico
PNE	Plano nacional de educação
PNE-FHC	Plano nacional de educação desenvolvido no governo de Fernando Henrique Cardoso
pH	Potencial hidrogeniônico
PIBID	Programa institucional de bolsa de iniciação a docência
psi	“Pound per square inch” (medida de pressão)
RJ	Rio de Janeiro
rpm	Rotações por minuto
S	Desvio padrão
S	Segundo

S²	Variância
TEMP	Temperatura
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
µg	Micrograma
µL	Microlitro
µm	Micrômetro
µM	Micro mol por Litro
UV	Ultravioleta
v/v	Volume/volume
1/4"	Um quarto de polegada ordinária
5/16"	Cinco dezesseis avos de polegada ordinária

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	O PANORAMA DO ENSINO NO BRASIL	21
2	OBJETIVOS	26
2.1	OBJETIVO GERAL	26
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	27
3.1	VOLUMETRIA DE NEUTRALIZAÇÃO NA APRENDIZAGEM DO ENSINO DE QUÍMICA	27
3.2	A UTILIZAÇÃO DE INDICADORES ÁCIDO-BASE COMERCIAIS	28
3.3	INDICADORES DE ORIGEM NATURAL.	30
3.3.1	Os flavonoides	31
4	MATERIAL E MÉTODOS	35
4.1	MÉTODO DE AVALIAÇÃO E ESCOLHA DO EXTRATO A SER UTILIZADO TACOMO INDICADOR ALTERNATIVO	35
4.1.1	Material utilizado na etapa de avaliação e escolha do extrato a ser utilizado como indicador alternativo	35
4.1.2	Equipamentos da etapa de avaliação e escolha do extrato a ser utilizado como indicador alternativo	35
4.1.3	Métodos da etapa de avaliação e escolha do extrato a ser utilizado como indicador alternativo	36
4.1.3.1	Método genérico de preparo das soluções gerais.	36
4.1.3.2	Método do preparo dos extratos vegetais	37
4.1.3.2.1	<i>Preparo dos extratos</i>	37
4.1.3.2.2	<i>Avaliação do comportamento dos extratos naturais</i>	39
4.2	CONFECÇÃO DO TITULADOR ALTERNATIVO	39
4.2.1	Material para a confecção do titulador alternativo	40
4.2.2	Equipamentos para a confecção do titulador alternativo	41
4.2.3	Método para a confecção e avaliação do titulador alternativo	42

	17
4.2.3.1 Construção e montagem do titulador alternativo.	42
4.2.3.2 Método de avaliação do titulador alternativo	44
4.2.3.2.1 <i>Método de avaliação da escala da seringa hospitalar por meio de calibração</i>	44
4.3 ELABORAÇÃO DE UM PLANEJAMENTO (ROTEIROS DO PROFESSOR E ALUNO) QUE PROPONHA UMA APLICAÇÃO PRÁTICA EM SALA DE AULA	47
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1 AVALIAÇÃO SOBRE A ESCOLHA DO INDICADOR NATURAL ALTERNATIVO	47
5.1.1 Testando os indicadores alternativos contidos nos extratos naturais	47
5.1.2O ALMEIRÃO ROXO (<i>CICHORIUM INTYBUS L.</i>) COMO POSSÍVEL EXTRATO CAPAZ DE CONTER UM OU MAIS INDICADORES NATURAIS.	54
5.1.3POSSÍVEIS TRANSFORMAÇÕES DOS INDICADORES CONTIDOS NO EXTRATO DE ALMEIRÃO.	57
5.1.3.1 TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA DA QUERCETINA E ESTRUTURALMENTE RELACIONADOS	58
5.1.3.2 TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA DA LUTEOLINA E ESTRUTURALMENTE RELACIONADOS	61
5.2 AVALIAÇÃO SOBRE A CONFECÇÃO DO TITULADOR ALTERNATIVO	62
5.2.1 Avaliação de custos da construção do titulador alternativo em comparação ao sistema clássico de titulação	62
5.2.2 Avaliação do desempenho do titulador alternativo	66
5.2.2.1 Avaliação da escala da seringa.	66
5.2.2.2 Padronização das principais soluções, que atuarão como soluções de referência na avaliação da eficácia do titulador alternativo.	68
5.2.2.3 Avaliação do comportamento das soluções de referência de ácido clorídrico (titulado) e hidróxido de sódio padronizado (titulante) através de uma titulação potenciométrica.	72
5.2.2.4 Avaliação da eficácia do titulador alternativo em função da comparação direta das concentrações das soluções feitas por meio de um sistema convencional de titulação.	74

5.2.2.5	Avaliação do desempenho do titulador alternativo utilizando ácido forte e base forte com extrato de almeirão roxo no meio reacional.	77
5.2.2.6	Avaliação do desempenho do titulador alternativo utilizando ácido fraco e base forte com extrato de almeirão roxo no meio reacional.	78
5.2.2.7	Avaliação geral dos resultados das titulações a presentadas.	80
5.3	ELABORAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE AULA VISLUMBRADA NOS ROTEIROS DO PROFESSOR E DO ALUNO.	81
6	CONCLUSÃO	81
7	PERSPECTIVAS FUTURAS	83
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
	ANEXO A: PREPARO DAS SOLUÇÕES DO PROCESSO	91
	PREPARAÇÃO DAS SOLUÇÕES GERAIS	91
	Solução de cloreto de potássio $0,2 \text{ mol L}^{-1}$	91
	Solução de ácido clorídrico $0,2 \text{ mol L}^{-1}$	91
	Solução de hidrogeno fosfato dissódico $0,2 \text{ mol L}^{-1}$	92
	Solução de ácido cítrico $0,1 \text{ mol L}^{-1}$	92
	Solução hidróxido de sódio $1,25 \text{ mol L}^{-1}$ (5%)	92
	Solução hidróxido de sódio $0,125 \text{ mol L}^{-1}$	93
	Solução de Biftalato de potássio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$	93
	Solução de ácido clorídrico $0,1 \text{ mol L}^{-1}$	93
	Solução de hidróxido de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$	94
	Solução de ácido acético (vinagre) $0,154 \text{ mol L}^{-1}$ (Concentração obtida da padronização do vinagre)	94
	PREPARAÇÃO DAS SOLUÇÕES COM POTENCIAIS HIDROGENIÔNICO DISCRETOS	94
	ANEXO B: LICITAÇÃO VIRTUAL (COTAÇÃO ONLINE) PARA DEFINIR VALORES REAIS DE SISTEMAS CONVENCIONAIS DE TITULAÇÃO(BURETA)	97
	APÊNDICE A: ROTEIRO DO PROFESSOR (PLANEJAMENTO DE AULA)	100
	ROTEIRO DO PROFESSOR (PLANEJAMENTO DE AULA)	100
1.	INTRODUÇÃO	100
2.	OBJETIVO	101

3. MATERIAIS E MÉTODOS	102
4. ALGUNS CUIDADOS IMPORTANTES	102
5. CONHECIMENTO PRÉVIO	103
6. OUTROS ASPECTOS EDUCACIONAIS	104
7. RESPOSTAS DOS PROBLEMAS APLICADOS NO ROTEIRO DOS ALUNOS	105
8. NOTAS IMPORTANTES	111
9. REFERÊNCIAS	113
APÊNDICE B: ROTEIRO DO ALUNO (PLANEJAMENTO DE AULA)	114
1.0. INTRODUÇÃO	114
2.0. OBJETIVO	115
3.0. MATERIAIS E MÉTODOS.	116
4.0. RESULTADOS	124
5.0. CÁLCULOS A SEREM EXECUTADOS PELOS ALUNOS.	125
6.0. REFERÊNCIAS	129
APÊNDICE C: DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E COMPONENTES	130
APÊNDICE D: MANUAL DE CONSTRUÇÃO DO TITULADOR ALTERNATIVO	134
1 CONSTRUÇÃO DO TITULADOR ALTERNATIVO	136
1.1 CONSTRUÇÃO DA BASE DO TITULADOR ALTERNATIVO	136
1.1.1 Construção do molde da parte central da base	136
1.1.2 Construção do limitador de avanço de concreto na parte central da base	137
1.1.3 Preparação do estojo da parte central da base	139
1.1.4 Finalização da parte central da base do titulador alternativo	140
1.1.5 Construção dos fragmentos da base do titulador alternativo	141
1.2 CONSTRUÇÃO DA HASTE DE CONEXÃO	142
1.3 CONSTRUÇÃO DO SISTEMA MECÂNICO	143
1.3.1 Construção do eixo de deslocamento axial pertencente ao sistema mecânico.	143
1.3.2 Construção do primeiro e segundo fragmentos do sistema	

mecânico.	144
1.3.3 Construção do terceiro fragmento do sistema mecânico.	145
1.3.4 Construção do quarto fragmento do sistema mecânico.	146
1.3.5 Construção do quinto fragmento do sistema mecânico.	147
1.4 CONSTRUÇÃO DO ALOJAMENTO DA SERINGA.	147
2 MONTAGEM DOS COMPONENTES DO TITULADOR ALTERNATIVO	149
2.1 MONTAGEM DA HASTE DE CONEXÃO NA BASE DO TITULADOR.	149
2.2 MONTAGEM DOS FRAGMENTOS DO EIXO DO SISTEMA MECÂNICO	150
2.3 MONTAGEM DO SISTEMA MECÂNICO NA HASTE DE CONEXÃO E NO ALOJAMENTO DA SERINGA.	151
APÊNDICE E: PROCEDIMENTOS DE UMA PRÁTICA PROCEDIMENTAL UTILIZANDO UM SISTEMA CLÁSSICO DE TITULAÇÃO E UM SISTEMA ALTERNATIVO DE TITULAÇÃO	154
SISTEMA CLÁSSICO TITULAÇÃO (BURETA)	154
SISTEMA DE TITULAÇÃO ALTERNATIVO (TITULADOR PROPOSTO)	156
Procedimento padrão de volumetria no titulador alternativo proposto	156
APÊNDICE F: PREPARAÇÃO DO EXTRATO DE ALMEIRÃO EM CONDIÇÕES DIFERENTES.	158

1 INTRODUÇÃO

1.1 O PANORAMA DO ENSINO NO BRASIL

A educação no Brasil, mesmo que timidamente, tem sofrido diversas mudanças desde a década de 90 em função das demandas de uma nova conjuntura imposta por um mundo globalizado, onde o indivíduo deve ser capaz de lidar com novas culturas, línguas, saberes e, sobretudo, novas tecnologias (OLIVEIRA, 2013).

Esta metamorfose, ainda modesta, teve início em 1996 com a sanção da lei número 9.394 conhecida como LDB, que determina a Lei de diretrizes e bases da educação nacional (BRASIL, 2010), que acaba posteriormente desencadeando a criação dos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio (PCNEM), proposto em 1999 (FATH, 2008). Entretanto cabe ressaltar que estas transformações que permeiam a modelagem desta nova estrutura escolar só foram possíveis devido à influência do capitalismo na personificação do Banco Mundial, que fomentou estas medidas (PNE-FHC), com interesse de obter uma mão de obra cada vez mais capacitada nos países ainda em desenvolvimento como o Brasil (SILVA JUNIOR, 2002), bem como a aparição de um sentimento de que este país precisava preparar seu povo para conseguir o crescimento necessário para alcançar o desenvolvimento esperado (OLIVEIRA, 2013). Desta forma a criação da LDB e, por conseguinte dos PCNs visavam traçar um perfil de currículo capaz de amparar o educando, no que se refere à agregação e incorporação de competências básicas (CUNHA, 2000), para que o mesmo fosse capaz de atuar no processo produtivo que alavancaria o Brasil.

A LDB através de suas normas gerais abrange desde a educação infantil até a educação superior. Por ser tão abrangente e generalizada acaba cometendo a transgressão de ser pouco meticulosa, no que diz respeito aos conteúdos específicos das várias disciplinas, em relação ao escopo das diferentes fases do aprendizado (Brasil, 1996). Esta demanda, por uma melhor delimitação dos conteúdos para cada ano do educacional, suscitou a criação dos PCNs, que consiste de uma coleção de documentos, que atuaria como um guia, isto é, um ponto de partida para o trabalho docente (MACEDO, 1998).

A partir de então as atividades nas salas de aula, norteadas pelos parâmetros curriculares nacionais, passariam a tomar outros rumos. Nesta perspectiva a educação tradicional encorajada por uma tendência pedagógica liberal de cunho tecnicista (NICOLINI, 2008), cuja transmissão dos conteúdos acabados e irrevogáveis era realizada de uma forma alienada (CRIZEL, 2010), começaria a ser substituída pela promessa de uma educação interdisciplinar e contextualizada, na qual o aluno pudesse ser incentivado a construir o conhecimento com uma visão mais ampla sobre os conteúdos a ele explicitados, tanto como vincular estes conceitos à sua realidade (TAKAHASHI, 2008).

Assim o Brasil havia dado os primeiros passos rumo à reestruturação da educação através da criação dos PCNs. Contudo ainda estaria longe de alcançar uma educação emancipatória desejada por Freire (1921 a 1997), onde a educação é idealizada como uma prática capaz de proporcionar aos educandos uma visão reflexiva e coletiva da problemática, a qual é utilizada como ferramenta de transformação de seu meio cultural, social e político (LOUREIRO, 2006). Todavia a aproximação deste ideal não é uma tarefa tão simples, haja vistas as dificuldades de um país ainda em desenvolvimento, assim como a inoperância das funções de pais e alunos, que deveriam assegurar o sucesso do processo ensino-aprendizagem como principais atores da escola (MELO 2009).

A ausência de uma estrutura escolar adequada corrobora para o advento de outros contratempos transversais como a falta de interesse do aluno e a sua desmotivação, que podem resultar na evasão deste aluno da sala de aula. Desta forma não cabe aos atores que compõem a escola que são os pais, os alunos, os diretores e professores (GUIMARÃES, 2009) a culpa generalizada da ineficiência do processo de educação, uma vez que, para diminuir este índice de evasão a de se levar em consideração as diversas mudanças sociais a serem implantadas. Afinal o universo escolar está diretamente inserido na realidade do mundo e por isso interfere diretamente na vida dos alunos, os quais deverão aprender na escola a se posicionar diante das desigualdades percebidas nos mais diversificados meios sociais.

Assim uma avaliação detalhada sobre os motivos de evasão escolar é de grande importância para o uso de estratégias utilizadas como contramedidas capazes de evitar, ou senão, minimizar os casos de evasão escolar.

Essa fuga do alunado pode ser entendida através do estudo minucioso, da Fundação Getúlio Vargas, do final da década passada. Este estudo teve como referencial apenas 80% dos dados tomados como válidos oriundos dos suplementos de educação concebidos através das Pesquisas Nacionais por Amostra e Domicílios do IBGE (MELO, 2009). No fragmento abaixo vemos os resultados desta pesquisa do IBGE para alunos com faixa etária entre quinze de dezesseis anos.

“... Propomos o estudo das causas da evasão escolar a partir de três tipos básicos de motivações, a saber: A primeira é a miopia ou desconhecimento dos gestores da política pública, restringindo a oferta de serviços educacionais. Outra é a falta de interesse intrínseco dos pais e dos alunos, sobre a educação ofertada, seja pela baixa qualidade percebida ou por miopia ou desconhecimento dos seus impactos potenciais. Uma terceira é a operação de restrição de renda e do mercado de crédito que impedem as pessoas de explorar os altos retornos oferecidos pela educação a longo prazo. Se não vejamos: i) Dificuldade de acesso a escola(10,9%); ii)Necessidade de trabalho e geração de renda (27%); iii)Falta intrínseca de interesse (40,3%); iv) Outros motivos (21,1%).”

(MELO, 2009)

No fragmento acima se percebe que o autor explora quatro causas em particular, das quais três grupos distintos podem ser hábeis na elucidação de quase 80% das respostas, ao se efetuar operação matemática de adição entre os grupos i), ii) e iii), contudo nada é mais revelador do que o grupo iii), que totalizou cerca de 40,3% de alunos com desinteresse dentre o universo de indivíduos evadidos. O que demonstra certo desprendimento e falta de compromisso do aluno para com sua formação educacional (MELO, 2009).

Percebe-se a falta de motivação para que estes educandos tenham animo em completar sua jornada estudantil dentro do que convém aos seus anseios pessoais. Se a escola pretende no futuro incorporar esta demanda de alunos que se perde no caminho, deverá se tornar um local agradável capaz de incitar a criação, aprimoramento e amadurecimento de habilidades e competências destes alunos. Por isso é de suma importância que todos tenham condições de se desenvolver pessoalmente e socialmente com o amparo básico que a escola pode fornecer, para que suas oportunidades futuras não sejam limitadas pela falta destas ferramentas básicas supostamente apresentadas pelo currículo convencional vigente (CAVENAGHI, 2009). Esta tarefa difícil talvez possa ser alcançada com êxito por parte do professor, quando lhe for concedida a possibilidade de se apropriar de uma ferramenta que remeta uma experimentação significativa, contextualizada e motivadora em suas abordagens em sala de aula.

A busca de novas abordagens pedagógicas no ensino de ciências tem gerado diversos estudos e iniciativas que visam aproximar os conteúdos obrigatórios da realidade do alunado, e fazer com que os mesmos sejam estimulados a aprender. De fato a participação direta do aluno na construção de seu conhecimento promove seu desenvolvimento cognitivo, e a partir daí, chega-se a um conhecimento real, uma vez que ele aprende a pensar e interpretar as diversas situações cotidianas (CAVENAGHI, 2009).

Em seu dia a dia, o aluno é bombardeado com uma série de informações de todos os tipos. No entanto, este indivíduo deverá ser capaz de filtrar esses dados na forma mais adequada e procurar informações adicionais para aprofundar-se deste contexto apresentado conforme podemos entender no fragmento de Freire detalhado a

seguir.

“Não basta saber ler que Eva viu a uva. É preciso compreender qual a posição que Eva ocupa no seu contexto social, quem trabalha para produzir a uva e quem lucra com esse trabalho.”

(Paulo Freire, 1991)

Neste contexto, a utilização da experimentação mostra-se uma poderosa ferramenta, capaz de propiciar uma aprendizagem significativa, uma vez que quando se observa um fenômeno, ocorre a manifestação de instintos primitivos como a curiosidade, que incita a procura do entendimento do que é observado. Desta forma, a construção do conhecimento ocorre naturalmente, através da discussão entre professores e alunos, de modo que o aluno é incentivado a aprofundar seus saberes de uma forma natural, visto que os elementos materiais trabalhados fazem parte do seu cotidiano. Cabe ao professor aproveitar esta oportunidade de utilizar vegetais, material de construção civil, entre outros componentes abordados no corpo deste trabalho, para contextualizar esse saber bem próximo da realidade do aluno com o saber oferecido ao aluno como produto do diálogo entre o mesmo e o docente.

Buscar estas medidas alternativas é quase uma necessidade já que nossa estrutura escolar ainda não permite avançar a contento com uma educação de qualidade. Uma análise minuciosa do censo escolar da educação básica de 2011 pôde nos revelar que poucas escolas, isto é, 0,6% das escolas públicas, possuem uma infraestrutura ideal capaz de proporcionar uma oportunidade de qualidade de ensino (NETO, 2013). E a maioria das escolas do ensino médio não possui um laboratório ou qualquer outro aparato capaz de possibilitar essa experimentação (NOGUEIRA, 2010). Por isso, é necessário que o educador utilize formas alternativas e criativas para contornar este problema, para que estas atividades experimentais motivem a participação do aluno, que passará a ser um agente do próprio processo de aprendizagem.

Este trabalho permitirá ao professor, por meio de seu roteiro específico (ver apêndice A), orientar o aluno por meio de uma abordagem experimental significativa. De modo que a realização das tarefas indicadas no roteiro do aluno (ver apêndice B) inspire ao desenvolvimento e construção do conhecimento em face dos conteúdos de química abordados por este titulador e indicadores alternativos

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Construção de um titulador alternativo utilizando material de baixo custo e fácil aquisição e a elaboração de um roteiro que proponha um procedimento experimental utilizando um indicador natural na titulação neutralização.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir o titulador alternativo
- Detalhar o procedimento de construção do titulador alternativo, através do manual de construção do titulador;
- Realizar testes que confirmem a viabilidade de utilização do titulador;
- Desenvolver uma prática experimental, que utilize o titulador e os indicadores alternativos propostos;

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 VOLUMETRIA DE NEUTRALIZAÇÃO NA APRENDIZAGEM DO ENSINO DE QUÍMICA

O processo de ensino-aprendizagem é uma dinâmica complexa resultante da transformação do aluno, quando o mesmo reformula seu escopo de dados ao se confrontar com um conjunto de informações novas, que são incorporadas mediante sua releitura do mundo em função de seus saberes prévios (ROMANELLI, 1996).

Entretanto determinados conteúdos requerem uma gama de conhecimentos e experiências que servirão como saberes básicos para que o aluno possa fazer essa ligação entre o velho saber, o saber apresentado pelo professor e o saber reformulado e produzido pelo aluno através de seu processo cognitivo (SCHNETZLER, 2002). A volumetria de neutralização pode representar uma grande ferramenta para esta intermediação deste processo cognitivo de interpretação do observado pelo aluno em relação alguns conteúdos específicos da disciplina de química.

A volumetria de neutralização é um método clássico de análise que se ocupa em determinar a concentração desconhecida de um íon peculiar, determinado de maneira qualitativa originário de uma substância em solução, através de uma combinação controlada com outro íon de carga antagônica, cuja concentração é exatamente conhecida pela utilização de uma solução padrão, ou padronizada. Cabe lembrar que a solução padrão deve utilizar um reagente padrão ácido-base capaz de reagir completamente com o analito alvo para obter uma reação de estequiometria conhecida e reproduzível. A solução, ou amostra problema, que contém o analito alvo de concentração desconhecida é chamado de titulado, enquanto a solução que contém o reagente padrão de concentração conhecida é chamada de titulante (SKOOG, 2006).

De forma geral a volumetria de neutralização visa alcançar o volume exato em que o número de mols de uma solução contendo o reagente padrão adicionado é

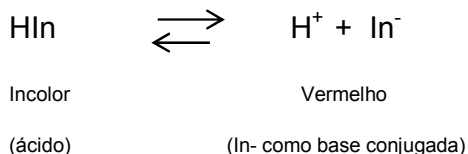
estequiometricamente equivalente ao número de mols da solução de volume definido que contém a espécie química de concentração desconhecida (titulado). Durante este processo ocorre geralmente a formação de dois ou mais produtos eletricamente descarregados pela combinação favorável dos íons envolvidos na reação. Um destes produtos é a água, cujo equilíbrio, conhecido como produto iônico da água, dita a magnitude da reação de neutralização (BACCAN, 2001).

Geralmente em um sistema clássico de titulação a amostra que contém o analito alvo (titulado) tem seu volume determinado adicionado a um erlenmeyer por meio de uma pipeta volumétrica. Em seguida ocorre a adição de algumas gotas de um indicador ácido-base, o qual monitora o andamento da reação através de uma modificação visível do meio reacional, à medida que se transfere um volume de titulante de concentração conhecida de uma bureta para este erlenmeyer submetido à constante agitação (BACCAN, 2001).

3.2 A UTILIZAÇÃO DE INDICADORES ÁCIDO-BASE COMERCIAIS

Os indicadores ácido-base englobam uma quantidade expressiva de substâncias que produzem uma alteração visível, geralmente na cor, do meio reacional. Essa mudança de cor procede segundo a natureza do indicador utilizado e de acordo com a concentração de íons hidrônio ou hidróxido presentes no sistema. A alteração visível ocorre de maneira suave e lenta dentro de um pequeno intervalo de pH até sua total modificação em razão da obtenção do produto final da reação, que se processa concomitante com a posterior transformação do indicador no ponto final experimental, o qual é bem próximo do ponto de equivalência. Assim nestas reações as espécies químicas e as mudanças visivelmente sensíveis ao olho nu pela transformação química do indicador podem ser entendidas segundo a teoria protônica de BRONSTED (CHAGAS, 1999). A figura 1 destaca alguns indicadores comerciais que podem ser escolhidos de acordo com a faixa de pH propícia a sua utilização.

remete-se a teoria de Bronsted-Lowry, pelo fato da transformação visível de cor da espécie em destaque ocorrer por razão da concessão de prótons da estrutura original para a base OH^- . Nota-se na figura 2 que o equilíbrio se desloca da espécie na forma ácida $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$ de aspecto incolor, para sua base conjugada $\text{C}_{20}\text{H}_{13}\text{O}_4^-$ de cor rósea em conformidade com a orientação descrita na reação abaixo (BACCAN, 2001).



3.3 INDICADORES DE ORIGEM NATURAL.

Atualmente no campo da educação em química tem havido uma recorrente demanda pelos indicadores de origem natural, em função do seu baixo custo, da facilidade de obtenção em algumas regiões do Brasil, bem como pelo fato de muitos deles fazerem parte do cotidiano dos alunos, o que permite ao professor uma abordagem didática contextualizada (CARNEIRO, 2009).

Como a maioria dos indicadores comerciais estes indicadores naturais também são substâncias orgânicas que mudam de cor à medida que ocorre a transformação do meio reacional concomitantemente com a transformação da estrutura química da espécie utilizada para as suas formas protonadas ou desprotonadas, ou seja, o indicador varia sua estrutura em função do pH atuando como um ácido ou uma base conjugada a medida que o meio reacional se altera, pelo excesso dos íons hidrônio ou hidróxido (TERCI, 2002).

A utilização de matrizes complexas oriundas de plantas, flores e hortaliças no estudo dos ácidos e bases não é novidade na literatura. Em muitos estudos percebe-se a apreciação destas espécies químicas quanto a sua utilização. Dentre muitos colaboradores para estes avanços destaca-se Robert Boyle, ainda no século XVII, pelo emprego de um extrato de violeta no estudo dos ácidos (TERCI, 2002), o qual

foi reconhecido por Svante Arrhenius no século XIX após a formulação de sua teoria (PRADO, 2002). Contudo somente no século XX que Willstatter e Robison perceberam que era a antocianina, uma subclasse dos flavonoides, o responsável por tais características (TERCI, 2002).

3.3.1 Os flavonoides

Os flavonoides compõem uma extensa classe de compostos naturais, cuja presença em alguns vegetais através de seus pigmentos atuam como agentes antioxidantes, fornecendo proteção aos caules e folhas das plantas contra o excesso radiação na região ultravioleta, devido ao fato de sua intensa absorção nesta faixa que compreende os comprimentos de onda entre 280nm e 320nm (FERREIRA, 2008).

Esta classe de compostos naturais existentes em alguns vegetais ocorre como agliconas (forma livre oriundas da desconjugação do grupo glicosídeo) ou ligados a moléculas de carboidratos por meio de ligação glicosídica (O-glicosídeos). As características destas ligações proporcionam uma menor reatividade e maior polaridade ao composto, que passa a ter uma maior solubilidade em água. Estes flavonoides são substâncias biossintetizadas pelo metabolismo secundário das plantas a partir da via dos fenilpropanoides e do acetato, para gerar dez classes de compostos polifenólicos de estruturas específicas. Sua estrutura básica consiste de dois anéis fenólicos A e B e um anel C que pode ser um anel pirano heterocíclico conforme podemos evidenciar na estrutura básica de um flavonoide na figura 3 (HASSIMOTTO, 2005).

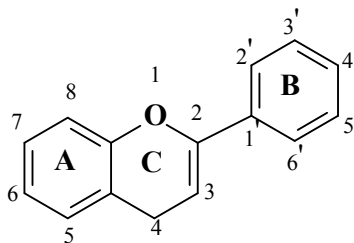


Figura 3: Estrutura geral de um flavonoide (Adaptação de HASSIMOTTO, 2005)

Destas dez classes de compostos polifenólicos, seis tem chamado bastante atenção recentemente (Ver quadro 1 a seguir), devido a sua capacidade de estabilizar radicais livres e espécies reativas de oxigênio. Essa característica revela um dos grandes valores do seu emprego pela farmacopeia mundial, haja vista ao grande potencial de suas propriedades antitumorais, antialérgicas, anti-inflamatórias e antivirais (VILA, 2006).

Percebe-se de maneira geral que a redução dos grupos hidroxila presente em sua estrutura transforma os flavonoides em excelentes doadores de elétrons/ H^+ , permitindo sua atuação sobre os elétrons desemparelhados das principais espécies reativas (radicais ou oxidantes) derivadas de oxigênio, nitrogênio e enxofre (CAMMERER, 2012). Outro motivo se dá pela presença em algumas estruturas da ligação dupla, por exemplo, nos carbonos C2 e C3 em conjugação com a função oxo no carbono C4 no anel C, que permitem a deslocalização dos elétrons nos núcleos aromáticos, permitindo a estabilidade da molécula. Desta maneira estes grupos de espécies químicas distintas conseguem em um maior ou menor grau, conforme sua estrutura, diminuir o dano causado pelas espécies reativas de oxigênio, nitrogênio e enxofre. Desta forma é percebido que a capacidade da atividade antioxidante, isto é, a capacidade de retardar ou inibir o processo de oxidação, varia diretamente em função da forma da aglicona em baixas concentrações em relação ao substrato (VILA, 2006).

Quadro 1: Detalhamento das seis principais classes de compostos polifenólicos.
(Adaptação de CAMMERER, 2012, OLIVEIRA, 2007 e HASSIMOTTO, 2005)

Flavonoide	Sub-classe	Característica estrutural	Fonte natural	Características gerais
Flavonol	Quercitina, Canferol, Miricetina	Caracterizado pela insaturação entre C2 e C3, além da presença do grupo Hidroxi em C3 e o grupo Ceto em C4.	Cebola, brócolis, couve e almeirão roxo (radiche).	É encontrado frequente nos vegetais. Apresenta geralmente a cor amarela.
Favan-3-ol	Catequina, Epicatequina, Epigallocatequina	Caracterizado pela saturação entre C2 e C3, além da presença do grupo Hidroxi em C3 e ausência do grupo Ceto em C4.	Maça, Cacau. Chá verde e preto.	É encontrado geralmente em frutas e chás. Não apresentam cor
Flavona	Apigenina, Luteolina, Diosmetina	Caracterizado pela insaturação entre C2 e C3, além da presença do grupo do grupo Ceto em C4.e ausência do grupo Hidroxila em C3	Aipo, pimentão vermelho e tomilho.	É encontrado principalmente nos cereais e ervas. Apresenta geralmente a cor amarela.
Flavanona	Naringenina, Hesperitina.	Caracterizado pela saturação entre C2 e C3, além da presença do grupo Ceto em C4.	Frutas cítricas, ameixa vermelha.	Apresenta geralmente a cor incolor ou ligeiramente amarela.

Antocianidina	Cianidina, Malvina, Pelargonidina	Caracterizado pelo íon flavílio, além da presença do grupo Hidroxila em C4.	Cerejas e Uvas	É encontrado geralmente em flores e frutas. Apresentando-se nas cores azul, vermelha ou violeta.
Isoflavona	Daidzeína, genisteína	Caracterizado pela insaturação entre C2 e C3, a presença do grupo Ceto em C4, além da orientação do anel B ligado em C3.	Soja e legumes.	É encontrado geralmente em leguminosas. Apresenta geralmente a cor incolor.

Os flavonoides consumidos, oriundos dos vegetais (hortaliças, frutas, entre outros citados no quadro um), são absorvidos pelo organismo através de três mecanismos. Sucintamente percebe-se que o primeiro mecanismo consiste da difusão passiva da forma aglicona, oriunda da hidrólise do flavonoide, através da mucosa epitelial. O flavonoide que não é apreciado pelo processo de hidrólise, acaba por ser dirigido ao segundo mecanismo, que consiste da absorção direta das formas glicosídicas através da interação destas espécies com o transportador de glicose sódio dependente (SGLT1), que permite a passagem do flavonoide pela mucosa epitelial. Por último além dos mecanismos antagônicos propostos anteriormente pode ainda ocorrer a metabolização dos flavonoides no fígado, assim como a metoxilação por enzimas na mucosa intestinal (HASSIMOTTO, 2005).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MÉTODO DE AVALIAÇÃO E ESCOLHA DO EXTRATO A SER UTILIZADO COMO INDICADOR ALTERNATIVO

Esta etapa abrange as atividades de obtenção e avaliação de um extrato que torne viável uma titulação, onde a prerrogativa para escolha destes vegetais seriam os parâmetros estabelecidos de baixo custo e fácil obtenção, em face de um pequeno número de extratos a serem testados. O método empregado permitiu a posterior consolidação de um sistema capaz de identificar as características peculiares de cada extrato individualmente numa escala de pH 1 a 14.

4.1.1 Material utilizado na etapa de avaliação e escolha do extrato a ser utilizado como indicador alternativo

Béquer (250 mL, 500 mL e 1000 mL),

Erlenmeyer (250 mL)

Proveta (50 mL, 100 mL e 250 mL),

Bureta (50 mL),

Grau de aproximadamente 1L

Pistilo

4.1.2 Equipamentos da etapa de avaliação e escolha do extrato a ser utilizado como indicador alternativo

Balança analítica de seis casas,

Balança semi-analítica de quatro casas,

Termômetro digital,

Destilador simples comercial,

Purificador de água,

Capela,

pHmetro

Placa de aquecimento

4.1.3 Métodos da etapa de avaliação e escolha do extrato a ser utilizado como indicador alternativo

4.1.3.1 Método genérico de preparo das soluções gerais.

O preparo de soluções é uma técnica bastante difundida nas literaturas, uma vez que uma grande parte dos métodos clássicos de análise ainda é realizada por via úmida (OHLWEILER, 1976; VOGEL, 2006). Por isso é de grande relevância o preparo de soluções, quando se utiliza a volumetria como método de análise.

Uma solução simples é preparada quando a menor porção mensurada conhecida de um sólido ou líquido desta solução, denominado como soluto, é diluída por um volume conhecido de um líquido puro adequado às características do soluto, denominado como solvente (HARVEY, 1956). O anexo A descreve claramente como foi realizada a operação de preparo de cada solução utilizada neste trabalho.

Cabe lembrar que as soluções usadas diretamente nos procedimentos de titulações, deverão passar por um procedimento de padronização ou avaliação de concentração conforme exemplificado na figura 4 com fim de saber exatamente os valores das concentrações de cada solução envolvida neste processo, visto que estas concentrações serão utilizados como .referencial na avaliação do sistema alternativo.

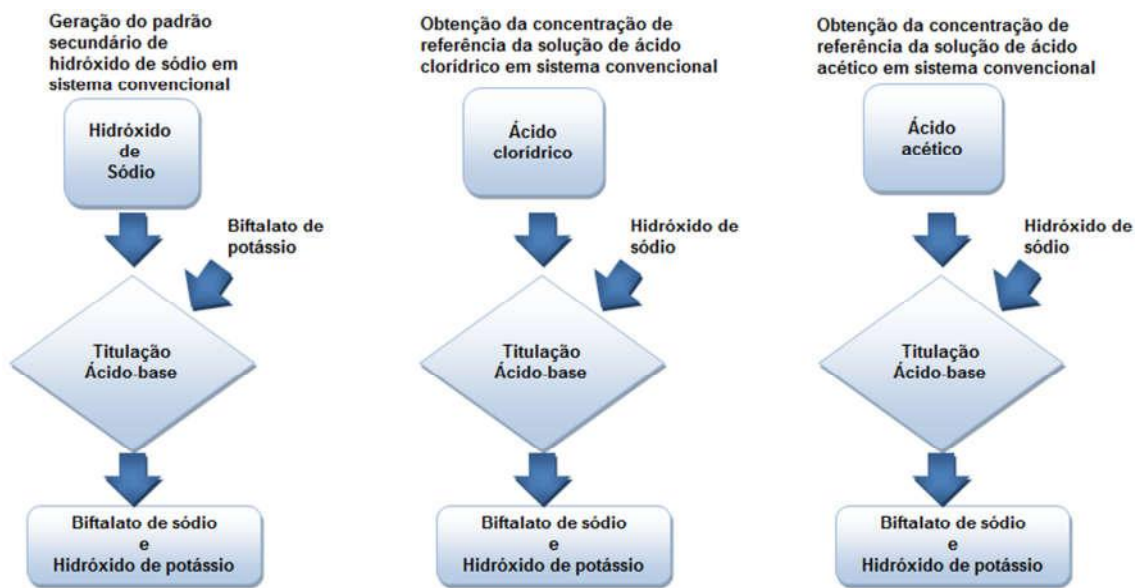


Figura 4: Esquema de padronização e avaliação das soluções em sistema convencional (Bureta), cujos valores serão utilizados como referência na avaliação do sistema alternativo.

4.1.3.2 Método do preparo dos extratos vegetais

Alguns extratos de vegetais, já conhecidos pela peculiaridade do seu pigmento, tiveram uma avaliação preliminar quanto a sua utilização, como indicador, no titulador alternativo. As amostras utilizadas neste experimento são provenientes de vegetais com aspecto sadio obtidas em sua grande maioria no mercado municipal do rio de janeiro (CADEG) localizado em São Cristóvão, em outubro de 2014, enquanto os demais vegetais foram obtidos nas redes de supermercados do bairro da ilha do governador (RJ) neste mesmo período.

4.1.3.2.1 Preparo dos extratos





Uma forma de obter os pigmentos, ou corantes oriundos dos extratos de vegetais consiste na realização de três passos sucessivos. O primeiro passo consiste em transformar os vegetais em fragmentos menores (maceração do vegetal) para aumentar a superfície de contato do vegetal com o solvente, o que permite uma maior eficiência na extração do flavonoide. Segundo, utilizar um solvente adequado para fazer a extração e por último a filtração (DIAS, 2003).




De forma sucinta todos os vegetais investigados foram pesados em balança semi-

analítica, seguido de maceração através da utilização de grau e pistilo, para posterior extração em um solvente adequado seguido de filtração simples. O quadro 02 demonstra os valores de massa dos vegetais utilizados para o preparo de seus respectivos extratos, bem como a informação do solvente utilizado em cada um.

Essa extração deverá ser realizada somente pelo docente, que poderá executar previamente fora da escola ou diretamente em prática expositiva em sala de aula. Deste modo é responsabilidade do professor avaliar a maturidade das classes em que esta abordagem poderá ser utilizada.

Quadro 2: Dados do preparo dos extratos

Extrato	Massa pesada	Solvente de extração	Imagem
Alface roxa	6,55 g	Água até 100°C	
Almeirão roxo	10,30 g	1) Água até 100°C 2) Água a temperatura ambiente 3) Etanol a temperatura ambiente	
Folha de beterraba	9,55 g	Água até 100°C	
Canela	10,00 g	Água até 100°C	

Cravo da Índia	20,00 g	Água até 100°C	
Petúnia azul	15,16 g	Água até 100°C	
Flor e pétala de picão	15,13 g	Água até 100°C	

4.1.3.2.2 Avaliação do comportamento dos extratos naturais

Foi preparado quatorze soluções com potenciais hidrogeniônico determinados de um a quatorze, onde dois mililitros de cada solução foram colocados em seus respectivos tubos de ensaio de 15 mL (ver anexo A). Em seguida foram adicionadas cinco gotas de cada extrato específico a serem testados nos seus respectivos ensaios.

4.2 CONFECÇÃO DO TITULADOR ALTERNATIVO

O titulador alternativo desenvolvido nesta proposta consiste de um sistema mecânico manual composto de um eixo com um deslocamento axial aos seus tirantes acoplado a uma seringa hospitalar. Nesta etapa podem ser encontrados todos os detalhes a cerca da confecção das principais partes do titulador alternativo, bem como sua montagem.

Para uma melhor compreensão dos procedimentos de montagem foi desenvolvido um breve tutorial, que pode ser visto no apêndice C quadro 11, com desejo de elucidar as características de alguns equipamentos, e ou, componentes que serão utilizados nesta etapa.

4.2.1 Material para a confecção do titulador alternativo

A tabela 1 destaca o material utilizado para preparação do titulador alternativo e detalha os valores do material usados na montagem do protótipo do titulador, que se remete ao presente trabalho. Cabe lembrar que os custos podem variar de acordo com o fornecedor, local, qualidade do produto, etc. Contudo os valores determinados abaixo representam este material obtido em algumas casas de construção, ferragens e farmácias do Rio de Janeiro.

Tabela 1: Lista contendo o valor do material utilizado na confecção do titulador alternativo.

Material	Quantidade	Custo unitário	Custo total
Seringa de 60 mL	3	3,80	11,40
Seringa de 20 mL	1	2,30	2,30
Estojo de ¼"	1	5,60	5,60
Tirante de 5/16 "	2	1,50	3,00
Cantoneira de latão	2	1,00	2,00
Cantoneira de alumínio	2	1,20	2,40
Porca de ¼"	16	0,30	4,80
Porca de 5/16"	4	0,60	2,40
Fração de cimento	1	1,00	1,00
Fração de pedra	1	1,30	1,00
Fração de areia	1	1,20	1,00
Parafusos para madeira	12	0,10	1,20
Garrafa PET	10	0,00	0,00
CUSTO TOTAL		R\$	38,60
(Real)			

4.2.2 Equipamentos para a confecção do titulador alternativo

A tabela 2 demonstra os equipamentos, e ou, acessórios utilizados necessários para preparação do titulador alternativo.

Cabe citar que estes equipamentos podem ser adquiridos por uma iniciativa direta da escola seja com parcerias diversas com os estado, municípios entre outros. Outra opção seria a obtenção destes equipamentos, temporariamente emprestados à escola para o desenvolvimento da proposta, por parte de qualquer colaborador ou ator da escola possuidor de um ou outro equipamento presente nesta tabela, ou que tenha funcionamento semelhante, para que a obra total não seja financeiramente inviável. Talvez um ou outro equipamento não descrito nesta tabela possa substituir uma ou mais ferramentas, contudo o uso dos óculos de proteção se faz obrigatório.

Abaixo segue uma lista dos valores dos equipamentos utilizados nesta iniciativa. A maioria destas ferramentas foi obtida mediante ao auxílio de alguns colaboradores e seu valor estimado foi verificado em alguns sites.

Tabela 2: Lista contendo o valor dos equipamentos utilizados na construção do titulador alternativo.

Material	Quantidade	Custo unitário	Custo total
Furadeira	1	69,00	69,00
Broca de ¼"	1	5,30	5,30
Broca de 5/16 "	1	7,60	7,60
Serra de copo de 45 mm	1	25,70	25,70
Torno de bancada	1	50,00	50,00
Chave de fenda	1	10,20	10,20
Martelo	1	6,30	6,30
Chave de boca regulável	2	14,50	29,00
Grosa	1	7,00	7,00
Óculos de proteção	1	8,00	8,00
Régua graduada	1	0,95	0,95
CUSTO TOTAL			
(Real)			
R\$			219,05

4.2.3 Método para a confecção e avaliação do titulador alternativo

4.2.3.1 Construção e montagem do titulador alternativo.

A construção desta ferramenta subdividiu-se em quatro partes distintas; a construção de sua base, a construção da haste de conexão, a construção do sistema mecânico e a construção do alojamento da seringa conforme os destaques na figura 5 a seguir. Cabe ressaltar que o ordenamento da confecção de cada parte respeitou minuciosamente as instruções descritas no manual de construção deste titulador encontrado neste mesmo trabalho no apêndice D.



Figura 5: Partes que compõem o titulador alternativo

O resumo de cada uma das partes envolvidas foi desenvolvido para facilitar a compreensão do leitor que adentra no universo deste projeto.

Base do titulador.

É a parte desta ferramenta que entra em contato com a superfície onde será acomodado o conjunto total, ou seja, é elemento ampara todos os outros componentes do titulador. De maneira geral este componente é constituído de madeira, ferro e concreto.

O concreto tem como objetivo aumentar a massa do objeto e garantir a estabilidade da ferramenta durante as operações, enquanto seus estojos de ferro galvanizado aprisionados em meio ao concreto têm a função de permitir a montagem das partes de madeira do conjunto como os fragmentos da base.

Haste de conexão.

É um elemento importante neste processo. É nada mais que uma haste de madeira com uma furação específica em seu corpo, que permite a montagem do sistema mecânico e o alojamento da seringa, bem como sua montagem a base do titulador. É através da haste de conexão que os outros componentes são ligados para formar este sistema alternativo.

Sistema mecânico.

Elemento constituído de um eixo que se desloca ao longo de dois tirantes paralelos, à medida que uma rosca helicoidal fêmea, no corpo do eixo, é acionada por uma rosca helicoidal macho durante a rotação do último componente. Esta rotação da rosca helicoidal macho ocorre por meio da ação de um manipulador (manivela) fixado perpendicular a esta rosca por meio de porcas (ver item 2.3 do apêndice D)

Assim a rotação do manipulador (apêndice D) preso ao corpo da rosca helicoidal macho, neste caso o estojo de 1/4", fornece um torque capaz de fazer com que os sulcos de mesmo passo de rosca (na rosca fêmea) interajam mecanicamente, permitindo o deslocamento deste eixo, o qual impondrá um deslocamento axial ao embolo da seringa. O deslocamento será igual ao passo de rosca, à medida que se proporciona um giro de 360 graus no manipulador do titulador alternativo.

Alojamento da seringa.

O alojamento da seringa é o componente que conterá a seringa, ou seja, é o lugar onde a seringa ficará alojada através do seu orifício, cujo ajuste de interferência permitirá que a mesma fique presa ao alojamento sem qualquer deformação no corpo da seringa.

4.2.3.2 Método de avaliação do titulador alternativo

Para tornar possível o desenvolvimento da proposta de utilizar um titulador e um indicador proposto, foi necessária a execução de uma série de atividades paralelas além das fases citadas nos itens anteriores. Neste aspecto uma sequência de ações e avaliações práticas foi realizada conforme os itens a seguir.

Cabe alertar que a metodologia aplicada para avaliação deste sistema alternativo proposto tem como base a comparação dos resultados com um sistema clássico que atuará como modelo padrão, o qual terá como padrão de referência os seus resultados para possível interpretação dos dados da ferramenta. Os métodos procedimentais usados em cada caso podem ser visualizados no apêndice E.

4.2.3.2.1 Método de avaliação da escala da seringa hospitalar por meio de calibração

A avaliação foi realizada ao executar um conjunto de seis medições em quatro pontos chaves para calibração da seringa, cuja escala foi alterada para medir os valores contidos de volumes entre zero mililitro a quarenta mililitros. A avaliação nesta grande faixa permitirá que o professor possa trabalhar com soluções muito diluídas diminuindo os riscos de acidentes na sala de aula. Os pontos escolhidos foram os pontos representativos dos volumes dez, vinte, trinta e quarenta mililitros. Desta maneira nos pontos propostos ocorreu a verificação da escala da seringa hospitalar, para que a mesma escala servisse de referência para determinação dos volumes descartados pela seringa durante titulação.

Para determinação precisa dos valores dos volumes foi realizada a pesagem do respectivo volume aferido de água utilizado em cada ponto da seringa, por meio de uma balança analítica de seis casas decimais da marca Mettler Toledo, modelo XP205, série 1098. Estas medidas foram realizadas numa temperatura controlada de $(20 \pm 0,05)^\circ\text{C}$ monitorada por termo higrômetro sem marca de modelo TFA (inspecionado pelo IMETRO), onde segundo SANTOS JUNIOR, 2004 temos a massa específica da água pura próxima de $(0,998206 \pm 0,000052)\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

A água utilizada no procedimento passou por dois processos de purificação. Na primeira etapa foi executada a destilação da água em um destilador comercial SIEMENS GSP, modelo GSP 3TW0210, série 14N13-1062. Após a destilação, esta água passou por um processo de filtragem em um purificador MILIQ, modelo ELIX 3, série 466 a fim de obter uma água ultra pura. A figura abaixo destaca a montagem do sistema alternativo junto à balança para realização da aferição da seringa nos volumes de calibração desta proposta.



Figura 6: Montagem do titulador para aferição da escala da seringa

As medições foram realizadas segundo a dinâmica detalhada abaixo:

- 1- A água ultra pura foi contida pela seringa, apoiando-se o frasco de forma que a ponta da seringa ficasse sempre submersa na água, à medida que o manipulador do titulador alternativo era girado no sentido anti-horário, cujo sentido de rotação acarreta na subida do embolo, o qual succiona o fluido para a seringa. O volume é contido um pouco acima do ponto zero.

OBSERVAÇÃO 1: Durante este processo não deve ocorrer a formação de bolha dentro da seringa. Caso ocorra a formação de bolhas o fluido deve ser descartado novamente no respectivo frasco e a operação do item primeiro deve ser novamente realizada até que não se perceba a presença de bolhas de ar.

- 2- O excedente do fluido contido nas paredes da ponta da seringa foi removido com papel de filtro ou semelhante. A seguir o volume no ponto zero foi obtido encostando a ponta da seringa no frasco ao passo que se descarta o volume excedente da seringa ao girar o manipululo no sentido horário, cujo sentido de rotação acarreta na descida do embolo, que descarta o fluido para fora da seringa.
- 3- Foi verificado a limpeza, o nivelamento e estabilidade da balança antes de qualquer medição.
- 4- Após a verificação um erlenmeyer de 250 mL foi colocado no centro do prato da balança com objetivo de conter o fluido desprezado pela seringa.
- 5- Com o titulador alternativo montado foi realizada as medições das massas nos quatro pontos respectivos aos volumes de dez, vinte, trinta e quarenta mililitros.
- 6- OBSERVAÇÃO 2: Os valores foram anotados em um caderno de laboratório.
- 7- Esta operação foi realizada cinco vezes para cada volume aferido da seringa.

OBSERVAÇÃO 3: Os valores das massas de água obtidos em cada ponto deste ensaio está detalhado na tabela 5. Cabe lembrar que os valores nesta tabela estão expressos em grama (g).

- 8- Além dos valores das massas de água para os pontos em que ocorreu a

aferição do volume de gota da seringa empregada. Para isso foram realizadas seis medições de massa de uma gota desprezada pela seringa (ver tabela 6).

4.3 ELABORAÇÃO DE UM PLANEJAMENTO (ROTEIROS DO PROFESSOR E ALUNO) QUE PROPONHA UMA APLICAÇÃO PRÁTICA EM SALA DE AULA

A idéia de criação de um roteiro específico para o professor e outro para o aluno foi concebida pelo professor Ricardo Cunha Michel, lotado no LAFIQ-IMA/UFRJ. Segundo o próprio autor estes roteiros tiveram a inspiração na aplicação prática de sua disciplina de desenvolvimento e avaliação de material didático.

Os roteiros apresentados neste trabalho de conclusão de curso são uma adaptação do conceito original dos roteiros originais de Ricardo Cunha Michel, cuja permissão de uso acadêmica foi concebida pelo mesmo professor no período letivo de 2014/2. Os roteiros adaptados para esta proposta estão à disposição nos apêndice A e B

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 AVALIAÇÃO SOBRE A ESCOLHA DO INDICADOR NATURAL ALTERNATIVO

5.1.1 Testando os indicadores alternativos contidos nos extratos naturais

O desempenho obtido por cada um dos extratos vegetais utilizados neste trabalho está detalhado numa sequência lógica que compreende da figura 7 a figura 13. Estas respectivas figuras especificam o comportamento de cada indicador, ou indicadores em um sistema simulado, que compreende toda escala de pH. O ensaio prosseguiu conforme a metodologia (ver item 4.2.3.2.2.), onde foi adicionado em cada tubo cinco gotas de cada extrato vegetal em sua respectiva escala de pH.

Cabe ressaltar mais uma vez, para que não haja dúvidas, de que esta escala de pH consiste de uma sequência de tubos contendo algumas soluções, cujos respectivos potenciais hidrogeniônico assumem um caráter crescente ao longo desta sequência de tubos, com potenciais distintos entre si, que permite a cada extrato empregado a demonstração de um possível comportamento colorimétrico característico.

Os ensaios foram realizados com tubo de ensaio e pipeta lavados previamente individualmente a cada respectivo ensaio. Esse cuidado se faz necessário para evitar contaminação paralela entre os ensaios dos extratos. A seguir a sequência de figuras demarca os resultados apresentados por cada extrato testado.



Figura 7: Comportamento do extrato de alface roxa na escala de pH

A figura 7 representa o primeiro ensaio realizado com o extrato de alface roxa, cuja escala demonstra a presença de um ponto final caracterizado pela mudança de uma coloração rósea do extrato presente em meio ácido (entre os pontos 1 a 6 desta escala de pH), para uma coloração amarelada em meio básico (entre os pontos 8 a 14 da escala). As colorações mudam ao longo da escala, de maneira que ocorre um descoramento da cor rosa em meio ácido ao neutro, enquanto ocorre um escurecimento da tonalidade amarela do meio neutro ao básico.

Dessa forma o extrato apresenta uma faixa de viragem entre os pH's 6 e 8, cuja mudança de cor ocorre do rosa para o amarelo a medida que o pH se torna levemente básico ao longo desta escala.

Contudo não há uma zona de viragem confiável, já que ocorre uma coloração turva no ponto intermediário (pH igual a 7) da faixa de viragem, podendo ser resultado da combinação de dois ou mais pigmentos que ainda interajam com as substâncias reagentes neste pH específico.

Por conta do explicitado anteriormente o ensaio foi desqualificado para os procedimentos de volumetria, pois não demonstraria com precisão o ponto final desta reação de neutralização.



Figura 8: Comportamento do extrato de folha de beterraba na escala de pH

O segundo ensaio destacado pela figura 8 foi desqualificado por dois motivos. O primeiro motivo que desclassifica este extrato para esta proposta está no fato de sua mudança de cor acontecer em um meio moderadamente básico em torno de pH igual a 11 diferente da fenolftaleína, cuja transformação ocorre em meio levemente básico com pH em torno de 8.

O segundo motivo se dá, devido ao fato do extrato demonstrar um fenômeno adverso em alguns pontos específicos desta escala, onde num primeiro momento ocorre uma sutil viragem no ponto 11 de uma coloração vermelha para uma coloração amarela e posteriormente no ponto 12 uma nova transformação de uma coloração amarelada para uma coloração meio avermelhada. Como não foi realizado outro teste com outra amostra do mesmo vegetal, não é possível fazer nenhum julgamento a cerca deste resultado, visto que este resultado pode ser o comportamento real deste vegetal que pode conter um ou mais indicadores que se alteram em pH específico, ou este resultado poderia indicar uma possível contaminação que desqualificaria não o extrato, mas sim a avaliação deste trabalho a respeito do mesmo.

Dessa forma o extrato apresenta uma faixa de viragem entre os pH's 11 e 13, cuja mudança de cor ocorre do vermelho para o amarelo a medida que o pH torna levemente básico e a cor vermelha do extrato inalterado (último tubo da escala de pH da folha de beterraba) domina a maior parte da extensão de sua escala.

Assim o ensaio foi desqualificado também para este trabalho por não permitir uma zona de viragem confiável, já que no ponto de viragem forma-se uma coloração turva no ponto intermediário (pH igual a 12), podendo ser resultante da presença ou combinação de dois ou mais pigmentos que possam estar interagindo com o titulante. Por conta do explicitado anteriormente o ensaio foi desqualificado para os procedimentos de volumetria, pois não demonstraria com precisão o ponto final

desta reação de neutralização.

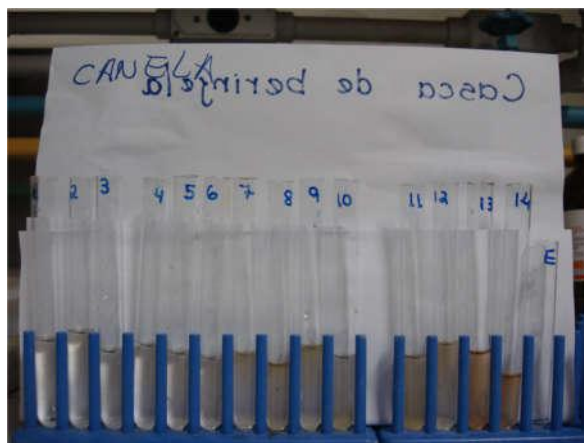


Figura 9: Comportamento do extrato de canela na escala de pH

O extrato de canela foi adicionado aos tubos da escala conforme os demais, mas embora tenha apresentado escurecimento comprovado na figura 9 do incolor para um grau mais escuro, o ensaio mostra a ineficiente devido ao fato do ponto final ser pouco sensível a olho nu.

Por este motivo o ensaio foi desqualificado nesta avaliação visual.



Figura 10: Comportamento do extrato de cravo da Índia na escala de pH

A figura 10 explora a funcionalidade do extrato de cravo da Índia, quando é adicionado cinco gotas do respectivo extrato à escala de pH. Ao término do

processo o ensaio destaca a presença de um ponto final, onde ocorre uma mudança da cor amarela, que se estende do pH 1 ao pH 10 sem nenhuma gradação, para a coloração marrom também com uma tonalidade inalterável entre os pontos 11 a 14.

Dessa forma o extrato apresenta uma faixa de viragem entre os pH's 10 e 11, cuja mudança de cor ocorre do amarelo para o marrom a medida que o pH nesta escala se torna moderadamente básico.

Embora este extrato possa ser usado em outras circunstâncias, o mesmo foi desqualificado para esta investida devido ao fato do seu ponto de viragem se apresentar distante do esperado (pH próximo de 7) para o ensaio proposto.



Figura 11: Comportamento do extrato de flor de picão na escala de pH

A figura 11 acentua o comportamento de extrato da flor de picão empregado na escala de pH, que demonstrou uma transformação das estruturas que compõem o extrato através da presença de um ponto final. O ponto final deste extrato é caracterizado pela mudança brusca do incolor (desde o pH igual a 1 ao pH igual a 7), para uma coloração marrom, que é intensificada ao longo da escala a medida que o pH aumenta de 8 a 14. A coloração original do extrato inalterado (ultimo tubo desta escala) é marrom semelhante à coloração no ponto final em meio básico.

Dessa forma o extrato apresenta uma faixa de viragem entre os pH's 7 e 9, cuja mudança de cor ocorre do incolor para o marrom a medida que o pH fica alcalino ao longo desta escala de pH.

Contudo não há uma zona de viragem confiável, já que há um ponto intermediário

na faixa de viragem, cuja coloração turva (pH igual a 8), pode ser resultado da combinação de dois ou mais pigmentos que interajam com as substâncias reagentes neste pH específico.

Por conta disso o ensaio foi desqualificado para os procedimentos de volumetria, pois não demonstraria com precisão o ponto final desta reação de neutralização.



Figura 12: Comportamento do extrato de petúnia azul na escala de pH

O comportamento do extrato de petúnia representado na figura 12 destaca uma excelente operacionalidade, dado a existência de dois ou mais indicadores contidos neste extrato, que caracteriza a mudança de cor em dois momentos bem definidos.

O primeiro ponto de viragem ocorre do meio ácido moderado para o meio levemente básico, onde é percebida uma mudança de cor do lilás para o verde entre os pH's 7 e 8 desta escala. O segundo ocorre pela mudança do meio moderadamente básico de coloração do verde para um meio fortemente básico de cor amarela entre os pH's 10 e 11 desta escala.

Este extrato, por possuir um ponto de viragem bem definido no pH sugerido para o ensaio de volumetria proposto, demonstra-se bastante promissor como portador de indicador, ou indicadores ácido-base, contudo pelo fato de já ser bastante difundido na literatura para este fim não foi explorado por esta investida.



Figura 13: Comportamento do extrato de almeirão roxo na escala de pH

A figura 13 destaca o comportamento do extrato de almeirão roxo em face de sua utilização na escala de pH. Neste ensaio a coloração da escala representa a presença de dois pontos finais distintos.

O primeiro é caracterizado pela mudança da coloração levemente rósea do extrato de almeirão presente em meio ácido forte (entre os pontos 1 a 3 desta escala de pH) para o incolor em um meio ácido de moderado a neutro (entre os pontos 4 a 7 da escala) através do descoramento do indicador em razão do crescente aumento do pH nesta escala.

O segundo ponto final é demarcado pela mudança do incolor em meio neutro (ponto 7) para uma coloração amarela em meio levemente básico (entre os pontos 8 a 14 desta escala). Neste segmento da escala ocorre um escurecimento do indicador, à medida que ocorre o aumento do pH ao longo da escala.

Dessa forma de forma sucinta o extrato apresenta duas faixas de viragem. A primeira entre os pH's 3 e 4, cuja mudança de cor ocorre do rosa para o incolor à medida que o pH das soluções nessa escala aumenta tornando-se moderadamente ácido. A segunda faixa ocorre entre os pH's 7 e 8, cuja mudança de cor ocorre do incolor para o amarelo em um meio levemente básico.

Acreditasse que estas substâncias investigadas no almeirão apresentam-se na forma O-glicosiladas em seu extrato bruto, já que não foi utilizada nenhuma enzima ou processo capaz de proporcionar a desconjugação, que possibilite a geração de suas respectivas agliconas. Nenhum estudo minucioso sobre a real estrutura destas substâncias foi realizado neste trabalho, contudo percebe-se que a transformação mais expressiva de mudança de cor deste extrato ocorre na faixa de pH entre 7 a 8 (incolor para o amarelo) sugerida pelo pKa destas substâncias em sua forma inalterada (sem grupo glicosídeo associado). Assim a primeira desprotonação da

maioria destas substâncias ocorre numa faixa de pH convenientemente atrelado ao pKa das mesmas, conforme podemos ver na quercetina de pKa igual a 7,10, no canferol de pKa igual a 6,96 e na luteolina de pKa igual a 7,06 (MORAES, 2007).

Por definição é sabido que o $\text{pH} = \text{pKa} + 1$ para o uso dos indicadores em meio reacional, onde ocorra a predominância da forma básica. Desta forma nestas circunstâncias em que haja um ínfimo excesso de base poderá ocorrer unanimemente ou não a contribuição de um ou outro destes indicadores que possivelmente apresentem o ponto de viragem em torno de um potencial hidrogeniônico próximo ou pouco superior a 8 ao se aplicar a definição para cada substância explicitada (BACCAN, 2001).

Cabe citar que extrato bruto de almeirão possui uma coloração verde amarronzada (último tubo da escala de pH do extrato de almeirão) totalmente diferente das demais colorações observadas em cada tubo, cujos distintos potenciais hidrogeniônico são representados ao longo desta escala, não comprometendo desta forma os procedimentos de titulação em que este indicador for adicionado.

Este extrato foi escolhido para o desenvolvimento desta prática que envolva os ensaios de titulação com o sistema alternativo, devido ao fato do seu segundo ponto de viragem ser bem próximo do ponto de viragem da fenolftaleína podendo assim substituí-la, sem nenhum prejuízo na dinâmica a ser executada em sala de aula segundo esta proposta.

5.1.2 O ALMEIRÃO ROXO (*Cichorium Intybus L.*) COMO POSSÍVEL EXTRATO CAPAZ DE CONTER UM OU MAIS INDICADORES NATURAIS.

Os seres vivos do domínio das eucariotas pertencente ao reino *plantae* usualmente conhecido como reino dos vegetais (FARIA, 1979) fazem parte do cotidiano das pessoas em geral, servindo de fonte de alimento capaz de fornecer desde substância simples até as mais complexas, como no caso dos metabólitos secundários das plantas conhecido como flavonoides (CAMMERER, 2012). Entretanto nos dias atuais esta classe de substâncias (flavonoides), usualmente empregada no ramo alimentício, tem sido apropriada por algumas iniciativas no campo da educação. Afinal a busca constante por novas abordagens no ensino refletem a utilização de ações, que superem as demandas educacionais já comprometidas pela falta de uma estrutura escolar adequada, falta de propostas

educacionais, e/ou ferramentas experimentais capazes de proporcionar um ensino eficiente (DIAS, 2003).

Dentre um número finito de extratos vegetais avaliados neste trabalho o almeirão-roxo (*Cichorium Intybus L.*) se destacou por apresentar um grande desempenho visual ao longo de sua escala de pH, tendo como característica principal o fato de seu ponto final ser bem próximo ao indicador de referência (fenolftaleína) utilizado para as comparações entre os resultados de um sistema convencional com um sistema alternativo.

O extrato de almeirão também foi escolhido devido ao fato do almeirão ser uma hortaliça folhosa pertencente à família da chicória (PEREIRA, 2010), a qual é cultivada em quase todas as regiões do território brasileiro (GARCIA, R. C. et al, 2010).

Um estudo investigativo das principais fontes de flavonóis e flavonas em alimentos brasileiros foi desenvolvido por HUBER, 2008. Num dos fragmentos do seu trabalho (Tabela 3) foram identificados os compostos específicos, que constituem almeirão, brasileiro, o qual contém uma quantidade de quercetina e canferol, duas substâncias da classe dos flavonóis, assim como a apigenina e luteolina duas substâncias da classe das flavonas.

Tabela 3: Teores de flavonas e flavonóis encontrados no almeirão. (Adaptação de HUBER, 2008)

Concentração (ug/g parte comestível)							
Fonte	N	Quercetina	Canferol	Miricetina	Apigenina	Luteolina	Ref.
Almeirão	2	144	74	nd	23	nd-78	2

N=número de lotes analisados individualmente; nd=não detectado;

Cabe ressaltar que este estudo tomou como base uma investigação, onde o conteúdo total de flavonoides deste vegetal seria averiguado em duas colheitas diferentes. A primeira entre primavera e inverno no segundo semestre de 2001 e a

segunda entre verão e outono no primeiro semestre de 2002, momento em que foi observada uma elevação nos teores de algumas destas substâncias proporcionalmente ao aumento da radiação ultravioleta no período do verão.

A tabela 3 destaca o maior teor encontrado para cada composto entre as duas colheitas enfatizando o comportamento da luteolina nestes dois momentos. Assim a não detecção e a presença da luteolina concomitantemente no fragmento (Tabela 3), suscita o argumento de que este composto não é sintetizado pelo vegetal durante o inverno (momento o qual esta substância não foi detectada), enquanto no verão onde a radiação ultravioleta é maior o sistema intrínseco de enzimas regularia a síntese desta substância na hortaliça (HUBER, 2008; ARABBI, 2004).

A figura a seguir demonstra a representação da fórmula estrutural dos possíveis flavonóis e flavonas existentes no almeirão. Nesta oportunidade podem ser observadas as pequenas diferenças características, que determinam estas duas subclasses dos flavonoides em razão destas substituições sofridas na estrutura básica dos flavonoides.

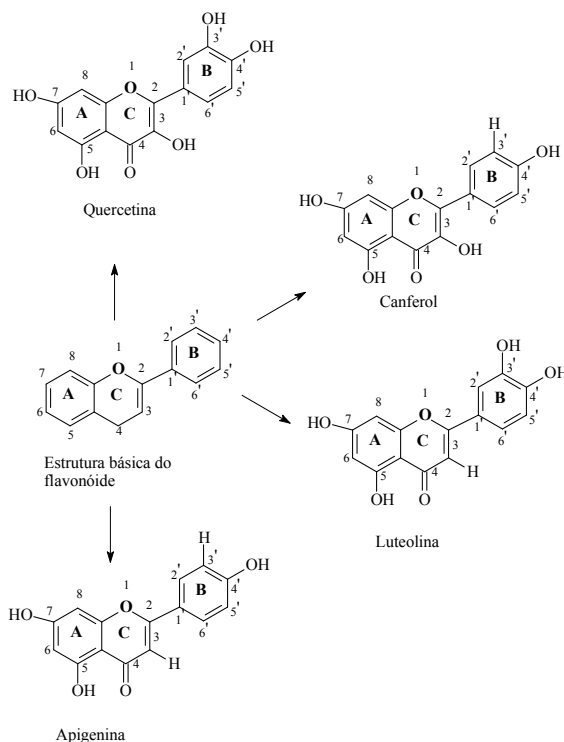


Figura 14: Estrutura dos possíveis flavonoides contidos no almeirão (Adaptação de HUBER, 2008; ARABBI, 2004)

5.1.3 POSSÍVEIS TRANSFORMAÇÕES DOS INDICADORES CONTIDOS NO EXTRATO DE ALMEIRÃO.

Embora existam diversos trabalhos na literatura citando estas subclasses de flavonoides destacada, pouco foi averiguado a respeito de suas transformações estruturais nos mais diversos potenciais hidrogeniônico. Desta forma a coloração predominante do extrato bruto (marrom claro), bem como a cor verificada em volumetria ácido-base na região do espectro visível deste extrato em meio levemente básico (amarelo), não pode ser julgada sem um estudo mais detalhado, que desenvolva minimamente a separação destas espécies contidas na matriz vegetal do almeirão. Esta separação permitiria compreender um pouco mais sobre esta mudança do incolor para o amarelo, que talvez possa ser resultante da contribuição individual ou da combinação de um ou mais flavonoides dentre as quatro substâncias citadas, visto que todas possuem um valor de pKa, para primeira desprotonação, próximo de sete (MORAES, 2007) .

Outra maneira de compreender este comportamento seria desenvolver o mesmo ensaio realizado em uma escala de pH (conforme mostrado no item 5.1.1.) utilizando estes compostos sintetizados por algum fabricante reconhecido. Assim uma avaliação individual e outra combinada destes compostos nestes ensaios poderiam determinar de fato qual substância realmente contribui para esta mudança de cor em meio básico. Cabe lembrar que estes reagentes não são baratos e isso oneraria muito esta pequena avaliação voltada para o ensino de química no âmbito do ensino médio, por isso foi considerado de forma generalizada, que a contribuição desta mudança seria resultado da possível presença de todos os possíveis compostos existentes na matriz do almeirão.

Baseado nestas adversidades, pelo fato de não ter tido a oportunidade de isolar minimamente estas substâncias bem como não houve a possibilidade de obtenção destes reagentes, as únicas conclusões a respeito desta mudança de cor foram tomadas em analogia a um estudo feito para avaliar o efeito do pH sobre a modificação química de alguns flavonoides (JURAZEKOVA et al, 2014). Este estudo foi capaz de identificar através da utilização da técnica de espectroscopia óptica (UV

visível e Raman) a modificação química da quercetina e estruturalmente relacionados, bem como a modificação sofrida pela luteolina e estruturalmente relacionados á medida que o pH se alterava de um meio ácido para um meio alcalino.

Cabe lembra que este estudo (JURAZEKOVA et al, 2014) utilizou os padrões das substâncias citadas na forma livre (sem grupo glicosídeo), possivelmente diferente da matriz (extrato de almeirão roxo) avaliada neste trabalho de conclusão de curso, que talvez contenha estas substâncias na forma glicosilada. Contudo este estudo esclarece alguns comportamentos químicos destas substâncias permitindo uma inferência do comportamento dos possíveis indicadores ácido-base alternativos contidos no extrato de almeirão roxo.

A seguir será apresentada separadamente a possível modificação química das possíveis substâncias contidas no almeirão de acordo com as suas subclasses.

5.1.3.1 TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA DA QUERCETINA E ESTRUTURALMENTE RELACIONADOS

A figura a seguir demonstra a quercetina (esquerda) e o canferol (direita) em suas formas glicosiladas. Estas substâncias fazem parte dos flavonóis uma subclasse dos flavonoides que são caracterizadas pela instauração entre o C2 e C3, além da presença do grupo hidroxila em C3 assim como o grupo Ceto em C4. A única diferença entre eles esta no fato do canferol não possuir uma hidroxila em C3' no anel B da porção catecol ao contrario a quercetina.

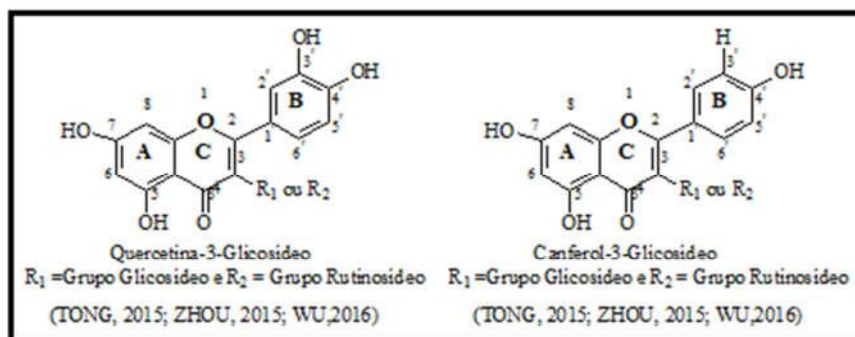


Figura 15: Possível estrutura química dos flavonóis contidos no almeirão

Tanto na quercetina como no canferol a possível posição do grupo glicosídeo deve ocorrer na posição C3 do anel C, em analogia a outros vegetais conforme visto na figura 15, que é uma adaptação de TONG, 2015; ZHOU, 2015 e WU, 2016. Nesta posição estas substâncias na forma livre (não glicosilada) possuem grande instabilidade no grupo hidroxila em condições alcalinas (JURAZEKOVA et al, 2014) e por esse motivo nestas condições talvez possa ocorrer a desconjugação do grupo glicosídeo, e/ou condensação ou polimerização com os produtos da oxidação da quercetina por algum mecanismo ainda desconhecido (JURAZEKOVA et al, 2014), permitindo a interpretação destas substâncias contidas no almeirão conforme a sequência de figuras adaptadas do estudo de JURAZEKOVA, et al, 2014.

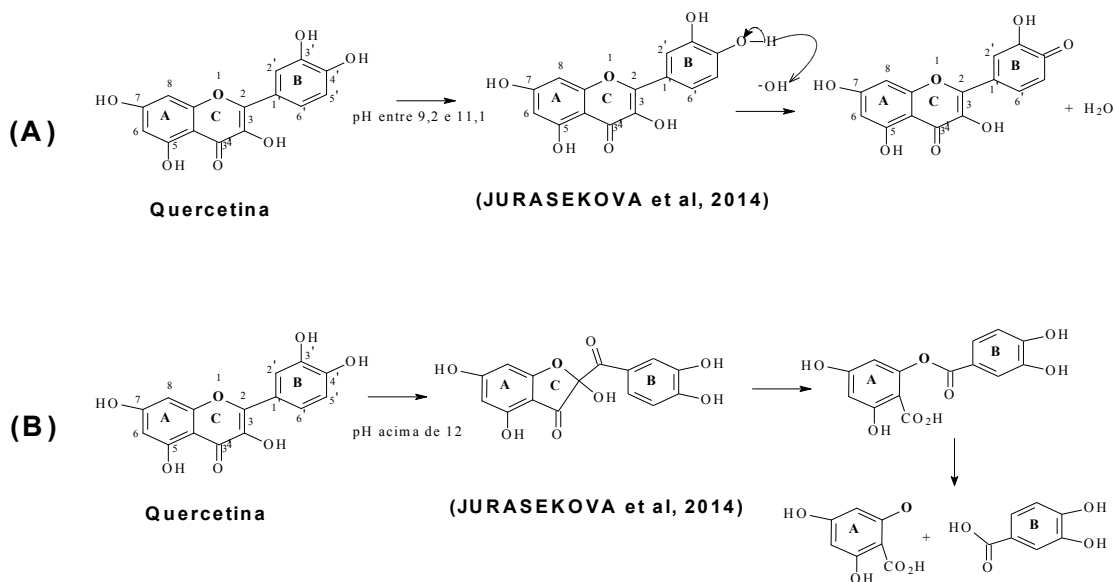


Figura 16: Modificações da estrutura química da quercetina em pH alcalino

A figura 16 esclarece o comportamento da estrutura química da quercetina à medida que o meio se torna cada vez mais alcalino. Ao contrario das demais substâncias esta substância apresenta duas modificações distintas em sua estrutura com a alteração do pH.

Na figura 16 A entre o pH 9,2 e 11,1 percebe-se que a quercetina obedece a perspectiva geral dos flavonoides, que por ser um excelente doador de H^+ , sofre a simples desprotonação no grupo hidroxila do anel B, o qual se converte em um grupo ceto. Esta mudança em sua estrutura gera um grupo cromóforo, devido a presença de um sistema pi conjugado, que talvez possa produzir uma coloração na escala do visível.

Enquanto na figura 16 B com a elevação para um pH 12 nota-se uma transformação mais profunda resultante da auto oxidação do anel C, que sofre uma fragmentação molecular dando origem a dois produtos mais simples que são o 3,4-dihidroxibenzóico oriundo do anel B (Catecol) e este metóxido a esquerda oriundo do anel A (Resorcinol).

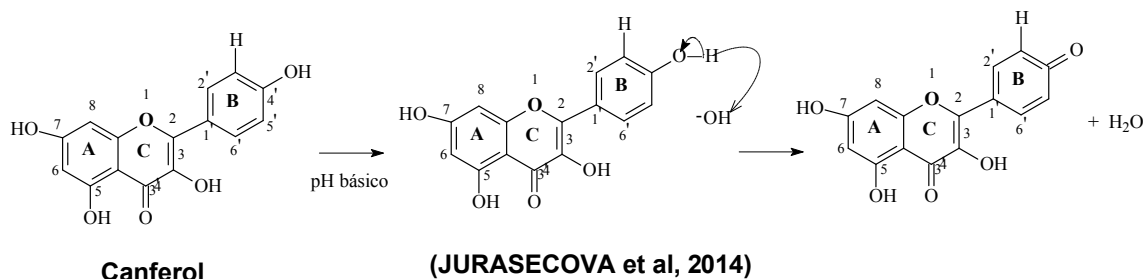


Figura 17: Mudança na estrutura do canferol em pH alcalino

O Canferol conforme pode ser visto na figura 17 obedece à perspectiva geral dos flavonoides, que por ser um excelente doador de H^+ , sofre a simples desprotonação no grupo hidroxila do anel B, o qual se converte em um grupo ceto. Da mesma forma que na quercetina acredita-se que esta mudança gera um sistema pi conjugado, que talvez possa produzir uma coloração na escala do visível.

Embora o canferol seja um flavonol assim como a quercetina ele não apresenta nenhuma modificação em pH alcalino acima de 12, devido ao fato de não possuir o grupo catecol no anel B, o qual determina essa grande reatividade na quercetina.

5.1.3.2 TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA DA LUTEOLINA E ESTRUTURALMENTE RELACIONADOS

Abaixo são percebidas as possíveis estruturas da apigenina (esquerda) e da luteolina (direita) em suas formas glicosiladas em analogia a outro vegetal descrito na figura 18, que é uma adaptação de PAPAY, 2016 e SILVA, 2008. Estes compostos fazem parte das flavonas uma subclasse dos flavonoides que são caracterizadas pela insaturação entre o C 2 e C3, pela presença do grupo Ceto em C4, mas sobretudo pela ausência do Hidroxi em C3 no anel C. A única diferença entre eles esta no fato da apigenina não possuir uma hidroxila em C 3' no anel B da porção catecol ao contrario a luteolina.

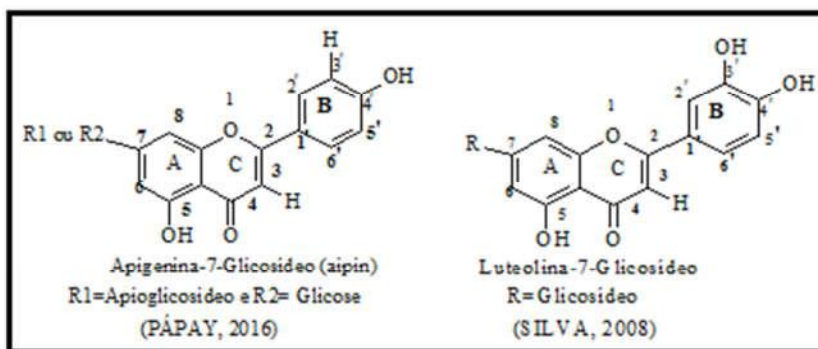


Figura 18: Possível estrutura química das flavonas contidas no almeirão

Pode ser percebido que as flavonas por não possuírem o grupo hidroxila na posição C3 no anel C possuem uma menor reatividade no anel C mesmo quando possuem o grupo catecol como a luteolina. A ausência deste grupo determina que suas modificações estruturais sejam menores e dominadas apenas pela simples desprotonação da molécula, não garantindo que a desconjugação do grupo glicosídeo ocorra conforme os argumentos sugeridos para quercetina e o canferol.

Entretanto se tomarmos como válida o fato de que esta desconjugação pudesse

ocorrer hipoteticamente por algum mecanismo ainda desconhecido, tanto a luteolina (figura 19) como a apigenina (figura 20) obedeceriam à perspectiva geral dos flavonoides, onde aconteceria a conversão do o grupo hidroxila para um grupo ceto.no anel B, pela simples desprotonação da respectiva hidroxila. Esta mudança em sua estrutura gera um grupo cromóforo, devido a presença de um sistema pi conjugado, que talvez possa produzir uma coloração na escala do visível.

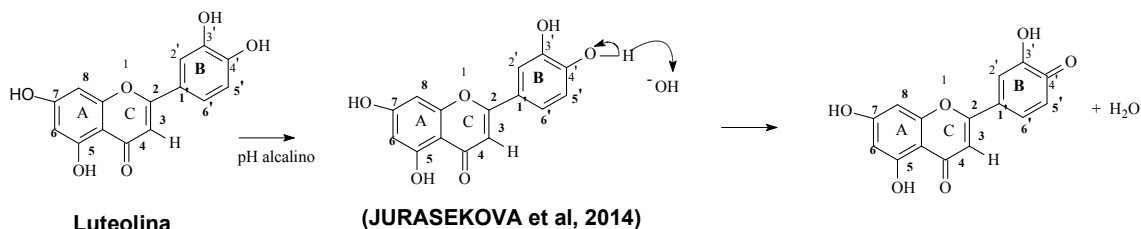


Figura 19: Possível transformação da estrutura química da luteolina em meio alcalino

Cabe lembrar que a figura 19 assim como a figura 20 representam uma adaptação do esperado por JURASEKOVA et al, 2014, para a luteolina e seus estruturalmente relacionados como é o caso da apigenina.

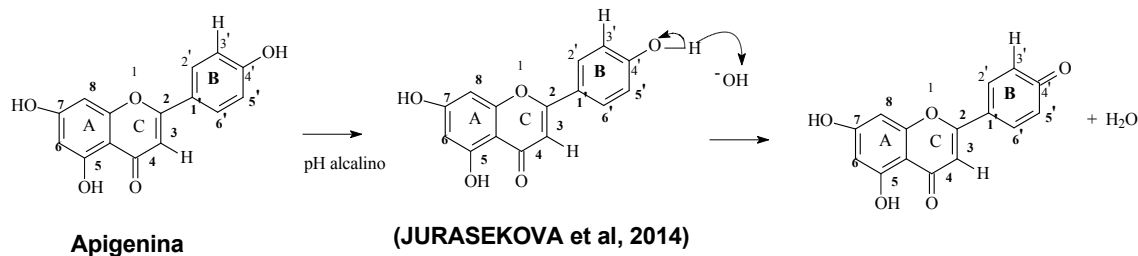


Figura 20: Possível transformação da estrutura química da apigenina em meio alcalino

5.2 AVALIAÇÃO SOBRE A CONFEÇÃO DO TITULADOR ALTERNATIVO

5.2.1 Avaliação de custos da construção do titulador alternativo em comparação ao sistema clássico de titulação

A etapa de confecção do titulador até basicamente a construção direta das partes do mesmo, bem como os detalhes sobre sua montagem. A construção desta

ferramenta é a etapa mais problemática para inserção desta proposta na escola, uma vez que requer uma dedicação especial do professor, que pode ser amparado por alguns atores adultos que compõem a escola (colaborador adulto), para o real entendimento das operações descritas no APÊNDICE D (Manual de construção do titulador alternativo). Este manual permitirá ao professor e possível colaborador dedicado, obter os conhecimentos básicos para confecção deste titulador. Cabe mais uma vez enfatizar o uso de todos os equipamentos de proteção individuais possíveis, sobretudo o uso dos óculos de proteção.

A tabela 1 do item 4.2.1 determina os valores do material empregado na construção deste titulador alternativo e estes valores podem variar em razão das demandas do mercado, do local, da inflação etc. Estes materiais foram obtidos, em sua grande maioria, em casas de materiais de construção e ferragens, exceto as seringas hospitalares de 20 e 60 mililitros que foram compradas em uma farmácia da rede popular. Entretanto alguns materiais empregados nesta proposta foram reciclados como os fragmentos de madeira detalhados no manual de construção do titulador (apêndice D), bem como os frascos de garrafa PET (Politereftalato de etileno) que substituem as vidrarias do sistema convencional de titulação (bureta).

A construção desta ferramenta pode ser executada por qualquer adulto colaborador, que domine os conhecimentos básicos de utilização de uma máquina de furar. Assim não tão somente o total de trinta e oito reais e sessenta centavos (R\$ 38,60) poderá agregar ao colégio uma ferramenta robusta de concreto, ferro e madeira capaz de proporcionar ao professor um anteparo para a didática de alguns conteúdos de química. Mas também dará a oportunidade de inserção e participação de alguns atores da escola na construção de um ambiente escolar mais produtivo para os indivíduos de sua comunidade.

Assim esta proposta poderá permitir a participação da sociedade como um todo na construção de propostas alternativas que viabilizem a busca por novas abordagens que produzam uma aprendizagem significativa para os alunos, que frequentem este universo escolar. Isto porque esta iniciativa poderá cultivar nestes alunos alguns conceitos de outras disciplinas, bem como conceitos essenciais de civilidade ao perceber a participação voluntária destes colaboradores atuantes em seu meio

social.

Outra característica positiva desta proposta está no fato de que o aluno tem a oportunidade de perceber a química a sua volta, quando lhe é apresentada a possibilidade de visualização prática de indicadores ácido-base presentes em alguns vegetais, que talvez sejam acessíveis a sua família. Esta prática possibilita a introdução de adolescentes e jovens nos métodos clássicos de análise destas substâncias estudadas por estes educandos, mas que ainda estão tão distantes do seu entendimento verdadeiro. É neste momento que tanto o titulador quanto os extratos estudados poderão ser elementos de conexão para os conteúdos abordados através de um planejamento bem elaborado de certos conteúdos específicos da disciplina de química para o ensino médio.

A tabela 2 do item 4.2.2 mostra o valor médio dos equipamentos necessários para a construção do titulador, onde o custo dos mesmos está em duzentos e dezenove reais e cinco centavos. Quando nos deparamos com este valor parece algo impossível para a atual estrutura das escolas públicas, contudo é de domínio público o saber, de que uma parcela da população possui algumas destas ferramentas manuais de forma que o envolvimento dos atores da escola, que fazem também parte da sociedade pode tornar possível o cumprimento desta tarefa.

Dependendo da estrutura da escola em face do seu contato com as esferas de poder superiores e do grau de envolvimento dos atores que compõem a escola (alunos, pais, professores, diretores etc.) nos projetos extracurriculares, esta etapa também pode ser decisiva de maneira positiva ou negativa para a construção do titulador. Pois embora o custo do material empregado seja muito pequeno, quando se compara com a esperança de um possível sucesso da abordagem proposta, o custo dos equipamentos pode ser muito alto de acordo com as oportunidades de obtenção destas ferramentas.

Cabe lembrar que o material utilizado na construção do titulador, além de fazerem parte do cotidiano do aluno, conferem ao equipamento uma maior robustez e durabilidade em face do sistema de titulação convencional (bureta). Essa robustez

permite ao aluno do ensino médio desenvolver diretamente os procedimentos de volumetria sem o risco eminente de acidentes pelo fato de não manipular vidrarias neste sistema alternativo. Além disso, o sistema alternativo poderá ser reparado com um menor custo, em caso de avarias, o que é bem diferente quando nos deparamos com os valores do material utilizado nos sistemas de titulação convencionais (bureta) descrito na tabela 4, que são praticamente inexistentes nas redes públicas de ensino.

Tabela 4: Valores do material utilizado em um sistema convencional de titulação (bureta)

Material	Referência	Quantidade	Custo unitário	Custo total
Bureta de 50 mL	Mcintifica	1	39,96	39,96
Suporte universal	Labor shop-ping	1	41,90	41,90
Garra dupla (bureta)	Labor shop-ping	1	72,11	72,11
Pipeta volumétrica de 10 mL	Synth.com	1	8,96	8,96
Béquer de 250 mL	LOJALAB	2	5,40	10,80
Erlenmeyer de 125 mL	Mcintifica	1	5,64	5,64
CUSTO TOTAL				
(Real)			R\$	179,37

Os valores referentes ao material utilizado em um sistema convencional de titulação foram obtidos em consulta a cinco lojas virtuais distintas (Licitação virtual para definir valores reais de sistemas convencionais de titulação). A escolha da vidraria tinha como objetivo encontrar o menor valor possível dentre as referências pesquisadas. Desta forma temos que os dados da tabela 5, que detalha a vidraria e seu preço, esta relacionado com a licitação virtual que pode ser encontrada no quadro quatro pertencente ao anexo B, Este quadro fornece maiores informações onde esta vidraria pode ser encontrada com menor preço dentre o escopo das lojas pesquisadas online no dia 10/06/2015.

5.2.2 Avaliação do desempenho do titulador alternativo

5.2.2.1 Avaliação da escala da seringa.

A seringa é o componente do titulador alternativo que em analogia ao sistema convencional de titulação cumpre o papel da bureta. A seringa utilizada neste trabalho é uma seringa plástica empregada na transferência de alimentos à pacientes acometidos de qualquer debilitação, cuja intervenção de uma sonda seja necessária. A verificação da escala desta seringa foi realizada com seis medições distintas em quatro pontos definidos, que foram de (0-10) mL, (10-20) mL, (20-30) mL e (30-40) mL. Devido ao número reduzido de medições foi utilizado o método T-student para tratamento dos dados. Assim para seis medições, grau de liberdade ($n-1$) igual a cinco, num nível de confiança (ou probabilidade) de 95% e através do coeficiente t-student igual a 2,57 (MENDES, 2005), foi possível obter a incerteza associada ao valor médio dos valores destacados na tabela 5.

Com base nestes dados a escala da seringa demonstra uma boa confiabilidade de aproximação dos resultados para os valores nominais de 10, 20, 30 e 40 mililitros. Cabe lembrar que diferente da bureta a precisão desta escala da seringa é de um mililitro, de forma que durante a titulação foi necessário fazer aproximações, por meio do uso de um gabarito, o qual pode agregar erros a esta medição. Entretanto estes valores nunca serão aberrantes defronte do objetivo da proposta de um roteiro para o ensino médio que busque obter a concentração nominal com um valor pré-estabelecido. O gabarito foi utilizado para avaliar as medidas de volume na primeira casa decimal e complementar desta forma a leitura do volume expresso no corpo da seringa, cuja escala tem a precisão de um mililitro. Este gabarito subdividindo um milímetro em dez partes iguais foi feito traçando a marcação em pontos equidistantes de uma folha de plástico ou papel utilizando um paquímetro da marca mitutoyo com incerteza de 0,05mm.

Cabe ressaltar que os valores contidos nesta tabela 5 são referentes à massa de água em grama (g) com valor corrigido a $(20 \pm 0,5)^\circ\text{C}$, pesado em uma balança analítica de seis casas decimais, em cada avaliação dos valores nominais dos volumes da escala da seringa usada na proposta.

A avaliação da escala nominal da seringa teve sua massa de água corrigida, onde uma água ultra pura numa temperatura de $(20,0 \pm 0,5)^{\circ}\text{C}$ teria a massa específica de 0,998206 g/mL (SANTOS JUNIOR, 2004). A incerteza associada ao valor nominal encontrado tanto para escala da seringa como para o volume de uma gota foi obtida pelo método de distribuição de probabilidade de t-student. Assim nesta operação onde para o número de seis medições, no nível de confiança (ou probabilidade) de 95%, obtivemos o coeficiente de t-student tabelado de 2,57 para uma incerteza do tipo A. Os valores destas verificações estão detalhados nas tabelas 5 e 6.

Tabela 5: Verificação de quatro pontos estratégicos da escala da seringa hospitalar

	Ponto (0-10) mL	Ponto (10-20) mL	Ponto (20-30) mL	Ponto (30-40) mL
1º Medida (g)	9,9991	19,9855	30,0376	39,9501
2º Medida (g)	9,9330	19,9490	29,9731	39,9959
3º Medida (g)	9,9809	19,9606	30,0287	40,0289
4º Medida (g)	9,9590	19,9687	30,0295	40,0378
5º Medida (g)	9,9882	19,9647	30,0222	40,0456
6º medida (g)	9,9691	19,9822	29,9852	40,0687
Massa específica da água em $(20 \pm 0,5)^{\circ}\text{C}$	0,998206 g/mL	0,998206 g/mL	0,998206 g/mL	0,998206 g/mL
Média	9,9716	19,9685	30,0127	40,0212
Desvio Padrão	0,02151	0,01248	0,02440	0,03849
Coef.t-student (n=6; p=95%)	2,57	2,57	2,57	2,57
Incerteza (tipo A)	0,06	0,03	0,06	0,10
RESULTADO	(9,97 \pm 0,06)mL	(19,96 \pm 0,03)mL	(30,01 \pm 0,06)mL	(40,02 \pm 0,10)mL

A tabela 6 destaca o valor de uma gota. Este ensaio é necessário para ter uma noção da semelhança entre a gota sistema convencional (Bureta) e a gota do sistema alternativo (seringa), para garantir neste sistema alternativo um ponto de viragem suave e eficaz semelhante como no sistema convencional (Bureta). Nesta

avaliação foi percebido que existe pouca diferença entre o valor do volume uma gota das buretas comerciais que gira em torno de 0,05 mL (VOGEL, 2011) e o valor de $(0,06 \pm 0,00)$ mL do titulador alternativo. A pequena diferença entre os volumes de uma gota de 0,01 mL não implicaria em uma adição excedente de titulante no ponto final já que a precisão total deste aparato utilizando o gabarito seria de 0,1 mL. Isto indica que o gotejamento lento deste novo aparato é razoavelmente eficiente em face da utilização do gotejamento em uma bureta utilizada nos procedimentos da volumetria clássica convencional (Bureta).

Tabela 6: Verificação do volume de uma gota da seringa hospitalar.

	Massa de uma gota em (g)
Primeira medida	0,05820
Segunda medida	0,05991
Terceira medida	0,05991
Quarta medida	0,05891
Quinta medida	0,06131
Sexta medida	0,05941
Massa específica da água em $(20 \pm 0,5)^{\circ}\text{C}$	0,998206g/mL
Média	0,059607
Desvio Padrão	0,000964
Coef.t-student ($n=6$; $p=95\%$)	2,57
Incerteza (tipo A)	0,00247
RESULTADO	$(0,06 \pm 0,00)\text{mL}$

Neste momento foi confirmado experimentalmente para este sistema mecânico, de que a cada 1/8 de volta no manipulador representa a geração de uma gota desprezada da respectiva seringa.

5.2.2.2 Padronização das principais soluções, que atuarão como soluções de referência na avaliação da eficácia do titulador alternativo.

As soluções utilizadas foram de grande importância para o desenvolvimento do projeto como um todo. Maiores informações podem ser vistas no anexo A, que contém o detalhamento de como foram preparadas todas as soluções e como foram

aproveitadas neste trabalho.

Três destas soluções foram empregadas diretamente no processo de titulação, são elas a solução de Hidróxido de Sódio, a solução de Ácido Clorídrico e a solução de vinagre comercial (Ácido Acético). A solução titulante escolhida para estes ensaios foi a solução de Hidróxido de Sódio, que por não ser um padrão primário necessitou passar por um processo de padronização com a solução de concentração conhecida do padrão primário biftalato de potássio. A tabela 7 a seguir destaca o valor padronizado da concentração da solução de Hidróxido de Sódio.

Tabela 7: Padronização secundária do hidróxido de sódio com padrão primário biftalato de potássio em um sistema convencional de titulação (Bureta)

Titulação para obtenção da concentração de referência do hidróxido de sódio				
Biftalato de potássio (Titulado)				
Hidróxido de sódio (Titulante)				
Indicador (Fenolftaleína 0,1%)				
Número de titulações	1ª Titulação	2ª Titulação	3ª Titulação	Média
Volume do titulante (mL)	10,3	10,3	10,3	10,3
Volume do titulado (mL)	10,00	10,00	10,00	10,00
M(titulado)= (mol L ⁻¹)	0,1005			
V(titulante)= (mL)	10,3			
V(titulado)= (mL)	10,00			
Concentração do Hidróxido de sódio padronizado	0,0976	(mol L⁻¹)		

O resultado da concentração do ácido clorídrico destacado em negrito na tabela 8 será utilizado como padrão de referência quando em momento oportuno ocorrer à comparação entre o sistema convencional com o sistema alternativo.

Tabela 8: Avaliação da concentração do ácido clorídrico com padrão secundário de hidróxido de Sódio em sistema convencional de titulação

Titulação para obtenção da concentração de referência do ácido clorídrico						
Ácido clorídrico (Titulado)						
Hidróxido de sódio (Titulante)						
Indicador (Fenolftaleína 0,1%)						
Número de titulações	1ª Titulação	2ª Titulação	3ª Titulação	4ª Titulação	5ª Titulação	Média
Volume do titulnte (mL)	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6
Volume do titulado (mL)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
M(titulante)= (mol L-1)	0,0976					
V(titulante)= (mL)	9,6					
V(titulado)= (mL)	10,0					
Concentração do Ácido Clorídrico	0,094	(mol L-1)				

O resultado visível desta titulação pode ser visto na figura 21.

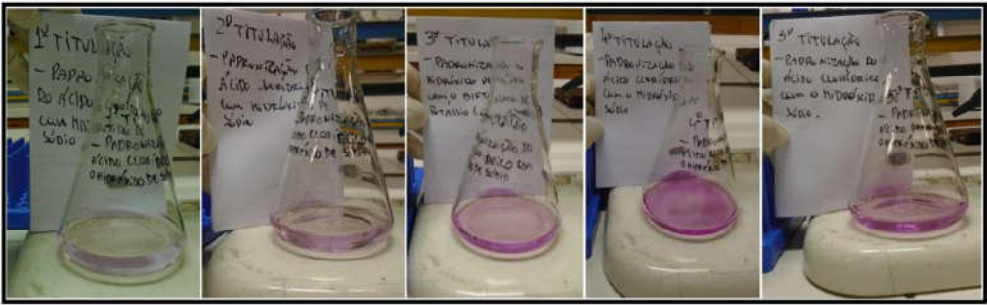


Figura 21: Resultado da titulação descrita na tabela 8

A tabela 9 destaca em **negrito** a concentração do ácido acético oriundo do vinagre nesta volumetria ácido-base. No mesmo intuito do ensaio anterior, a concentração deste ácido será usada como valor de referência obtido em um sistema convencional para comparação futura com os resultados práticos do sistema alternativo. Cabe lembrar que a utilização do vinagre ocorreu devido ao fato de ser um ácido fraco que faz parte do cotidiano da maioria dos alunos, fato que determinou seu emprego na prática descrita no roteiro do aluno (Ver APÊNDICE B).

Tabela 9: Avaliação da concentração do ácido acético (vinagre) com o padrão secundário hidróxido de sódio em um sistema convencional de titulação

Titulação para obtenção da concentração de referência do ácido acético.						
Ácido acético (Titulado)						
Hidróxido de sódio (Titulante)						
Indicador (Fenolftaleína 0,1%)						
Número de titulações	1º Titulação	2º Titulação	3º Titulação	4º Titulação	5º Titulação	Média
Volume do titulnte (mL)	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9
Volume do titulado (mL)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
M(titulante)= (mol L ⁻¹)	0,0976					
V(titulante)= (mL)	15,9					
V(titulado)= (mL)	10,00					
Concentração do Ácido Acético	0,155 (mol L⁻¹)					

A figura 22 destaca o ponto final do ácido acético em um sistema convencional de titulação

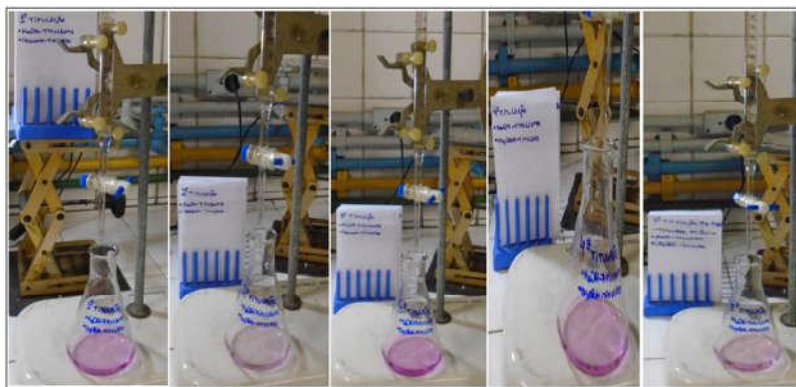


Figura 22: Titulação do ácido acético com hidróxido de sódio.

5.2.2.3 Avaliação do comportamento das soluções de referência de ácido clorídrico (titulado) e hidróxido de sódio padronizado (titulante) através de uma titulação potenciométrica.

A titulação potenciométrica é uma técnica que pode ser aplicada às reações de neutralização, onde o potencial do eletrodo indicador é medido em função do volume do titulante adicionado. Esta titulação foi utilizada como referencial para servir de suporte de avaliação dos insumos utilizados nestes processos volumétricos, visto que fornecem dados mais confiáveis que os dados gerados por indicadores químicos (SKOOG, 2006). Abaixo na figura 23 temos o modelo de montagem para execução da titulação potenciométrica.



Figura 23: Sistema montado para titulação potenciométrica

A figura 24 descreve os resultados de uma titulação potenciométrica, que demonstra a titulação de um ácido, caracterizado pelo aumento do pH, à medida que a titulação evolui até o meio básico destacado pelo excesso de titulante adicionado ao final do processo. A curva também declara a natureza da força das duas espécies envolvidas em razão do formato característico de “s” da curva sigmoide sem nenhuma descontinuidade no início da curva atestando uma titulação entre um ácido forte com uma base forte (Brady, 1986).

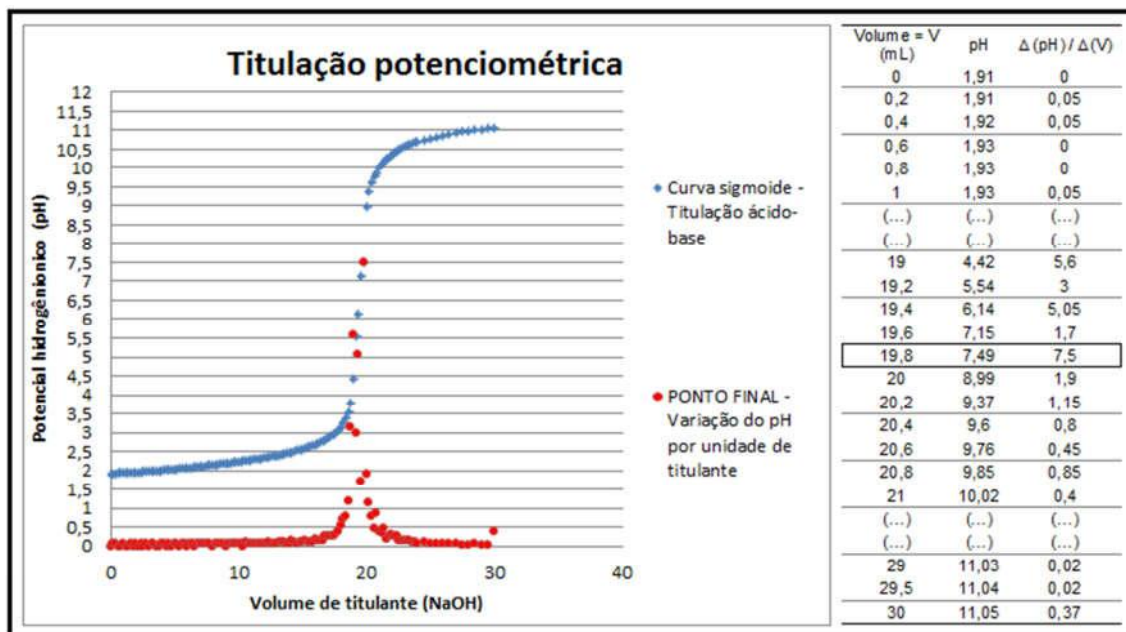


Figura 24: Curva da titulação (esquerda) e recorte dos dados da curva de titulação (direita)

O ponto final desta titulação pode ser visualizado entre os pontos de inflexão na parte vertical da curva sigmoide, precisamente no maior ponto vermelho desta curva de titulação, onde o recorte dos dados a direita da curva destaca quando o pH é igual a 7,49. Este ponto vermelho em particular é o ponto crítico desta função, momento em que as concentrações das substâncias reagentes são equivalentes (GRAN, 1988) e corresponde ao volume em que a primeira derivada desta função tem o valor máximo, respectivamente quando a variação do potencial hidrogeniônico pela variação de volume do titulante ($\Delta(\text{pH})/\Delta(V)$) é igual a 7,5 e o volume é exatamente 19,8mL.

Com estes dados podemos avaliar a concentração do ácido clorídrico obtida na titulação potenciométrica e confrontá-la com a concentração do ácido clorídrico obtida no processo sistema de titulação convencional (bureta) utilizando indicador ácido base que servirá de referência para avaliar o desempenho do processo alternativo (titulador alternativo).

O pH igual a 7,49 determina também que estas soluções serão fiéis na avaliação dos indicadores naturais em face da performance do indicador comercial utilizado

(fenolftaleína), uma vez que o ponto final alcançado na reação de neutralização será na faixa de viragem do indicador comercial utilizado como padrão de referência.

Tabela 10: Dados da titulação potenciométrica

Titulação do ácido clorídrico (0,0966 mol L ⁻¹) com hidróxido de sódio padronizado (0,09761 mol L ⁻¹) no sistema potenciométrico.	
Ácido Clorídrico (Titulado)	
Hidróxido de sódio (Titulante)	
Número de titulações	Única
M(titulante)= (mol L ⁻¹)	0,0976
V(titulante)= (mL)	19,8
V(titulado)= (mL)	20,0
V(titulado)= V(titulante)xM(titulante)/M(titulado)	Se V(titulado) = V(PE) então,
V(PE) = (19,8mL)x(0,09761mol/L)/(0,0966 mol L ⁻¹)	20,0 mL
ERRO DE TITULAÇÃO (E T) = [V(PF)-V(PE)]	
E T = [(19,8 mL)-(20,0 mL)]	-0,2 mL

Para verificar a confiança dos dados obtidos pela titulação potenciométrica foi realizado o cálculo do erro de titulação demonstrado na tabela 10, onde pode ser observado o resultado -0,2 mL. Se retornarmos a figura 29 no recorte de dados a direita da mesma figura pode ser notado que este valor corresponde à precisão assumida na bureta no referido ensaio. Assim este resultado garante que nenhum erro foi incorporado aos ensaios posteriores, visto que a maior variação de volume possível estaria dentro da precisão instrumento.

5.2.2.4 Avaliação da eficácia do titulador alternativo em função da comparação direta das concentrações das soluções feitas por meio de um sistema convencional de titulação.

Foi realizada uma série de titulações como sistema alternativo utilizando as mesmas soluções avaliadas por um sistema convencional. A meta destes ensaios tem como alvo obter nas mesmas circunstâncias dos testes com sistema convencional um valor correspondente para o sistema alternativo em cada respectivo ensaio.

Na sequência de tabelas podem ser observadas as concentrações de ácido

clorídrico e ácido acético avaliado pelo sistema alternativo com o indicador fenolftaleína.

Tabela 11: Titulação do ácido clorídrico com hidróxido de sódio em titulador alternativo

Resposta do sistema alternativo ao avaliar o ácido clorídrico.						
Ácido clorídrico (Titulado)						
Hidróxido de sódio (Titulante)						
Indicador (Fenolftaleína a 0,1%)						
Número de titulações	1ºTitulação	2ºTitulação	3ºTitulação	4ºTitulação	5ºTitulação	Média
Volume titulante (mL)	9,6	9,6	9,5	9,6	9,6	9,6
Volume titulado (mL)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
M(titulante)= (mol L-1)	0,0976					
V(titulante)= (mL)	9,6					
V(titulado)= (mL)	10,00					
Concentração do Ácido Clorídrico	0,094	(mol L-1)				

Pode-se ver o ponto final das cinco titulações sucessivas utilizando o ácido clorídrico como titulado, o hidróxido de sódio como titulante e a fenolftaleína (0,1%) como indicador utilizado em um sistema alternativo de titulação como o exposto na figura 25.



Figura 25: Ponto final da titulação do ácido clorídrico em titulador alternativo

Do mesmo modo foi realizada uma comparação do desempenho do titulador

alternativo em função dos valores de concentração obtidos na bureta em relação aos valores do titulador alternativo utilizando ácido fraco e base forte com fenolftaleína no meio reacional.

Tabela 12: Titulação do ácido acético com hidróxido de sódio em sistema alternativo

Resposta do sistema alternativo ao avaliar o ácido acético.						
Ácido acético (Titulado)						
Hidróxido de sódio (Titulante)						
Indicador (Fenolftaleína a 0,1%)						
Número de titulações	1ºTitulação	2ºTitulação	3ºTitulação	4ºTitulação	5ºTitulação	Média
Volume do titulante(mL)	15,7	15,7	15,6	15,7	15,7	15,7
Volume do titulado (mL)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
M(titulante)= (mol L-1)	0,0976					
V(titulante)= (mL)	15,7					
V(titulado)= (mL)	10,00					
Concentração do Ácido Acético	0,153	(mol L-1)				

A figura 26 a seguir demonstra o ponto final da titulação obtido na titulação executada pelo sistema convencional de titulação, onde foi percebida a suave mudança de cor (viragem) do indicador, sugerindo uma boa prática para detecção do volume real de titulante empregado.



Figura 26: Ponto final da titulação do ácido acético em titulador alternativo

5.2.2.5 Avaliação do desempenho do titulador alternativo utilizando ácido forte e base forte com extrato de almeirão roxo no meio reacional.

Este ensaio permitiu avaliar a eficácia da utilização do indicador alternativo (almeirão roxo) como substituinte do indicador comercial conhecido como fenolftaleína.

Tabela 13: Titulação convencional com indicador alternativo

Resposta do sistema alternativo ao avaliar o ácido clorídrico.						
Ácido clorídrico – Titulado						
Hidróxido de sódio – Titulante						
Indicador – Extrato de almeirão roxo						
Número de titulações	1ºTitulação	2ºTitulação	3ºTitulação	4ºTitulação	5ºTitulação	Média
Volume(em mL) obtido na titulação	9,7	9,6	9,5	9,5	9,5	9,6
Volume nominal (em mL)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
M(titulante)= (mol L ⁻¹)	0,0976					
V(titulante)= (mL)	9,6					
V(titulado)= (mL)	10,00					
Concentração do Ácido Clorídrico	0,094	(mol L⁻¹)				

Na figura 27 é destacado a transformação dos possíveis indicadores contidos no extrato de almeirão na mudança do pH levemente ácido a neutro. Antes do ponto final o meio reacional apresenta ausência de cor em meio levemente ácido conforme é percebido na parte esquerda da figura 27 (A). Entretanto quando o meio se torna levemente básico esse ínfimo excesso de base transforma a coloração do extrato, no meio reacional, que assume uma suave e uniforme coloração amarela conforme a parte direita da figura 27 (B). Esta suave modificação da cor do meio reacional em pH levemente básico indica o ponto final da titulação.

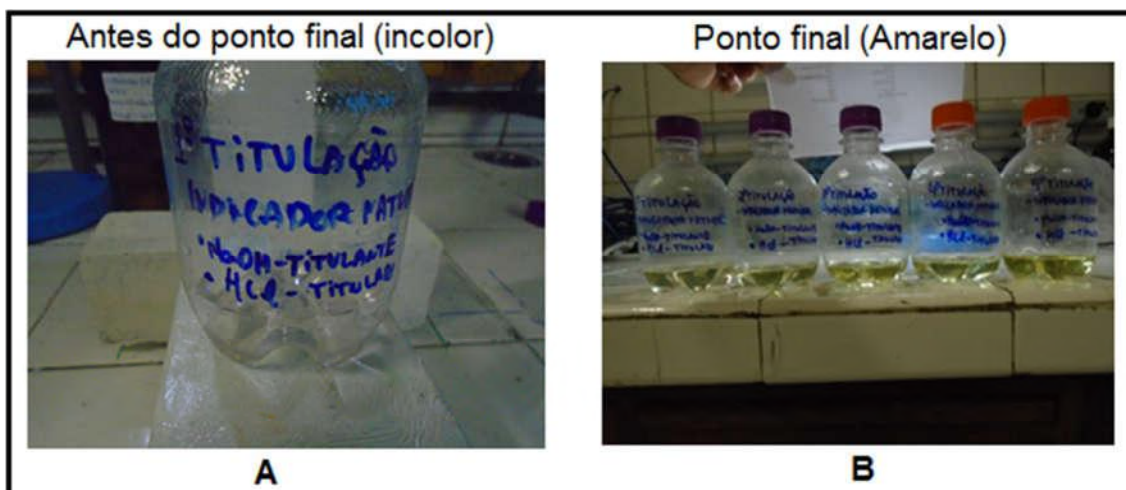


Figura 27: Mudança de cor do extrato de almeirão na titulação do ácido clorídrico

5.2.2.6 Avaliação do desempenho do titulador alternativo utilizando ácido fraco e base forte com extrato de almeirão roxo no meio reacional.

Com objetivo de tornar cada vez mais favorável e acessível a utilização deste sistema alternativo de titulação, foi incluído também no procedimento experimental um indicador alternativo, que substituiria sem prejuízo o indicador comercial conhecido como fenolftaleína. O indicador alternativo escolhido para tal fim foi o extrato aquoso de almeirão roxo facilmente obtido pela extração direta das folhas da hortaliça conforme já citado na metodologia. Este extrato bruto pode conter os flavonóis quercetina e canferol, e as flavonas luteolina e apigenina que podem contribuir para as colorações apresentadas no item 5.1 (CAMMERER, 2012; HUBER, 2008).

Dentre os vários extratos avaliados, através da escala de pH no item anterior, o extrato de almeirão foi escolhido devido ao fato de possuir uma boa separação na faixa de viragem exigida para o ensaio de volumetria ácido-base entre os potenciais hidrogeniônico 7 e 8 caracterizado pela mudança de um meio levemente básico isento de cor (incolor) para o meio suavemente alcalino de coloração amarela.

Conforme foi visto no item 5.1 este extrato pode substituir a fenolftaleína neste

experimento nas escolas da rede pública permitindo ao professor apresentar uma abordagem diferente através da utilização desta hortaliza que possui grande chance de fazer parte do cotidiano da maioria dos alunos. Assim o uso deste extrato enfatiza a química em nosso cotidiano e incentiva abordagens, cujo compromisso consolide a reciclagem e reaproveitamento de qualquer material, bem como uma transformação na forma de veiculação dos saberes específico através desta prática experimental.

A tabela a seguir destaca o valor da concentração do ácido acético obtido com o sistema alternativo e com o extrato de almeirão (indicador alternativo).

Tabela 14: Titulação do ácido acético com hidróxido de sódio e almeirão roxo utilizando sistema alternativo.

Resposta do sistema alternativo ao avaliar o ácido acético						
Ácido acético – Titulado						
Hidróxido de sódio – Titulante						
Indicador – Extrato de almeirão roxo						
Número de titulações	1ª Titulação	2ª Titulação	3ª Titulação	4ª Titulação	5ª Titulação	Média
Volume (mL) obtido na titulação	15,5	15,5	15,6	15,5	15,5	15,5
Volume nominal (mL)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
M(titulante) = (mol L ⁻¹)	0,0976					
V(titulante) = (mL)	15,5					
V(titulado) = (mL)	10,00					
Concentração do Ácido Clorídrico padronizado	0,151	(mol L⁻¹)				

Na figura 28 é mostrado o resultado da titulação do ácido acético com o hidróxido de sódio utilizando o extrato de almeirão como indicador nesta titulação, que utiliza o titulador alternativo proposto.

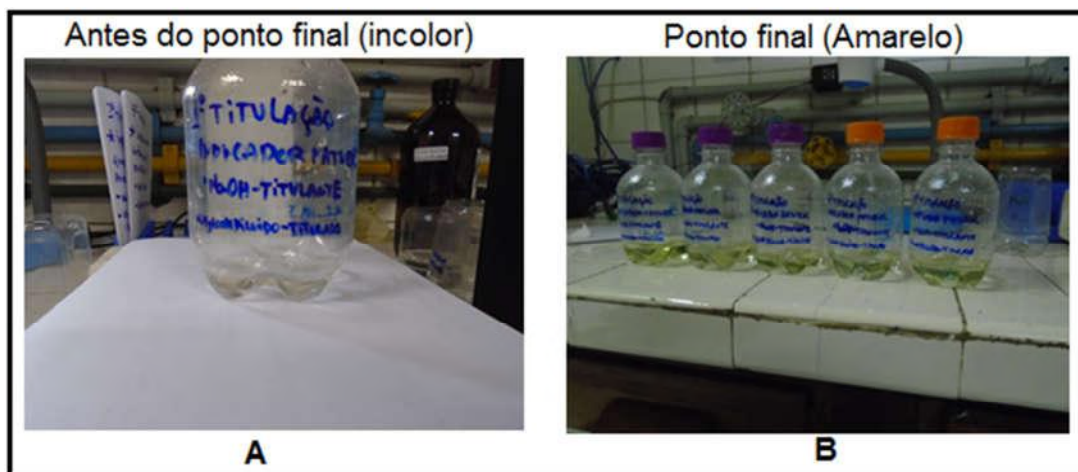


Figura 28: Mudança de cor do extrato de almeirão na titulação do ácido acético

5.2.2.7 Avaliação geral dos resultados das titulações a apresentadas.

O quadro dois a seguir unifica os resultados obtidos nas titulações anteriores e tem como objetivo confrontar os resultados das concentrações encontradas no sistema de titulação convencional (método clássico) com o sistema alternativo de titulação proposto

Quadro 3: Confronto entre os resultados das titulações ácido-base

	Sistema convencional	Sistema alternativo	Sistema alternativo
	Titulado=HCl Titulante=NaOH Indicador=Fenolftaleína	Titulado=HCl Titulante=NaOH Indicador=Fenolftaleína	Titulado=HCl Titulante=NaOH Indicador=Extrato (almeirão)
Concentração do ácido clorídrico (C_{HCl})	0,09 <u>4</u> mol L ⁻¹	0,09 <u>4</u> mol L ⁻¹	0,09 <u>4</u> mol L ⁻¹
	Titulado=HCl Titulante=CH ₃ O ₂ H Indicador=Fenolftaleína	Titulado=HCl Titulante= CH ₃ O ₂ H Indicador=Fenolftaleína	Titulado=HCl Titulante= CH ₃ O ₂ H Indicador=Extrato (almeirão)
Concentração do ácido acético ($C_{CH_3O_2H}$)	0,1 <u>55</u> mol L ⁻¹	0,1 <u>53</u> mol L ⁻¹	0,1 <u>51</u> mol L ⁻¹

Pode ser percebido que para a titulação do ácido clorídrico como titulado e hidróxido de sódio como titulante temos uma semelhança na concentração na terceira casa decimal para todos os ensaios. Enquanto que para a titulação do ácido acético como titulado e hidróxido de sódio como titulante temos uma semelhança na concentração na segunda casa decimal. Estes resultados demonstram um aproveitamento satisfatório do sistema alternativo em face de um sistema de referência convencional.

5.3 ELABORAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE AULA VISLUMBRADA NOS ROTEIROS DO PROFESSOR E DO ALUNO.

A geração deste roteiro é nada mais que um planejamento de aula utilizando estas ferramentas alternativas. Assim qualquer docente que se sentir interessado pode colaborar com a avaliação real deste equipamento, visto que o tempo hábil não permitiu sua utilização direta em sala de aula.

6 CONCLUSÃO

Desde o século XVIII a experimentação tem exercido uma função importante no desenvolvimento das ciências, que visam uma construção de um saber científico, sobretudo a disciplina de química considerada uma ciência fortemente fundamentada mediante a prática experimental (FARIAS, 2009). Deste modo é no mínimo razoável que a dinâmica do ensino, em torno de alguns conteúdos de química, seja embasada em uma problemática fomentada por uma situação experimental, e/ ou, hipotética capaz de instigar a investigação científica dentro dos limites do assunto abordado. Entretanto, o que se percebe é um distanciamento da química fundamental teórica cada vez mais desatrelada da química experimental em razão da ausência das abordagens práticas, seja pela deficiente estrutura escolar, ou pela falta de iniciativa do professor (SHAWAHN, 2008; SILVA, 2012).

Essa deficiência escolar é refletida nas atitudes de parte de alguns alunos, que se tornam menos exigentes com seu próprio desenvolvimento, desmotivados em sala de aula e cada vez mais propensos ao abandono escolar (MELLO, 2009). Desta forma percebe-se a importância da busca de novas abordagens pedagógicas capazes de estimular o aluno a aprender a pensar e interpretar o mundo a sua volta, a luz dos conhecimentos incorporados em sala de aula, que reiteram o seu cotidiano (CAVENAGHI, 2009). Neste viés a experimentação mostra-se capaz de despertar o

interesse do aluno, visto que a experimentação transforma-se em um aparato capaz de aproximar o aluno dos conteúdos, minimizando o descaso e a antipatia pela disciplina de química, pois a criação de problemas reais permite a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação (GUIMARÃES, 2009)

Como a maioria das escolas não possui laboratórios ou qualquer outro meio de tornar possível qualquer abordagem experimental (NOGUEIRA, 2010), torna-se imprescindível a utilização de um kit alternativo, que torne possível a realização das tarefas intimamente ligadas ao trabalho do professor. Nesta tendência foi desenvolvido um titulador alternativo capaz de cumprir estas demandas da lida docente permitindo uma melhor veiculação das informações de alguns conteúdos da disciplina de química com o amparo da abordagem experimental.

O titulador alternativo demonstrou-se uma ferramenta robusta construída predominantemente de concreto, metal e madeira. Desta forma sua constituição proporciona uma grande vida útil do equipamento alternativo na escola, além de sua estrutura resistente permitir a manipulação direta dos alunos no experimento proposto. Desta maneira o aluno executa os procedimentos e toma contato direto com os fenômenos químicos em torno da prática apresentada (ver apêndice B). No que tange ao desempenho aplicado da titulação do ácido acético como titulante e o hidróxido de sódio (ver quadro 3), este aparato apresentou um bom desempenho, pelo fato de reproduzir com uma aproximação na segunda casa decimal, os valores de uma titulação ácido-base, também verificados por uma bureta.

Cabe citar que essa reprodutibilidade também ocorreu com o extrato que contém os indicadores alternativos propostos (almeirão) atestando sua eficácia nos procedimentos de volumetria. O extrato aquoso obtido a quente apresentou uma eficiência comprovada em titulação após um ano, enquanto o extrato etanólico demonstrou sua eficiência após seis meses da extração (ver apêndice F). Contudo não se sabe qual flavonol, e ou flavona é responsável pela coloração amarela no ponto final da titulação próximo da neutralidade das espécies químicas envolvidas nos testes. Não foi realizada a separação destes flavonoides (quercetina, canferol, luteolina e apigenina), visto que o objetivo do trabalho é tão somente gerar um aparato capaz de reproduzir com uma boa aproximação dos resultados de um sistema clássico de titulação (bureta). Entretanto este pode ser um excelente desafio a ser desembaraçado em uma oportunidade futura (curso de Bacharelado em química).

O uso do titulador não é garantia de que o aluno seja estimulado pela proposta alcance uma aprendizagem significativa, pois, seria tendencioso mensurar esta aprendizagem, sem uma avaliação estatística em um amplo espaço amostral, uma vez que esta atividade não foi desenvolvida neste trabalho. Contudo, podemos ver por meio dos resultados da performance desta ferramenta, que ela atende os requisitos básicos para sua aplicação podendo substituir sem prejuízo o sistema

clássico de titulação.

7 PERSPECTIVAS FUTURAS

Este trabalho poderá ser complementado futuramente com a utilização deste sistema alternativo assim como o indicador proposto, na região metropolitana do Rio de Janeiro. Desta maneira com um volume de dados significativos seria avaliado estatisticamente o grau de contribuição do titulador alternativo para o desenvolvimento dos alunos da rede pública do Estado do Rio de Janeiro.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXÉEV, V. **Análise quantitativa**. Tradução: Albano Pinheiro Melo. Porto: editora livraria Lopes da Silva, 3^o edição, 1983.

ANDRADE, Ana L. B. **Processo de avaliação no ensino fundamental**. Monografia entregue para obtenção do grau de especialista em docência superior da Universidade Cândido Mendes. Rio de Janeiro março de 2002

BACCAN, Nivaldo et al. **Química analítica quantitativa elementar**. Editora the macmillian company. 3^o edição campinas, 2001.

BRADY, James E; HUMISTON, Gerard E. **Química geral**. Tradução: Cristina M.P dos Santos; Roberto de Barros Faria. Brasil. Editora JC, 2^o edição, 1986.

BRASIL. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional**. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, 5 edição, biblioteca digital da câmara, 2010.

BRASIL. MEC. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. **Parâmetros curriculares nacionais: Ensino médio**. Brasília, 2000.

CAMMERER, Magda A. **Efeitos de uma dieta rica em flavonoides sobre o estresse oxidativo, inflamação e perfil lipídico em pacientes submetidos à angioplastia coronária com implante de stent: ensaio clínico randomizado**. Tese (doutorado em ciências da saúde: cardiologia e ciências cardiovasculares) -

Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

CARNEIRO, Luzilda A. et al. **Uso de indicadores naturais em titulações ácido-base**. XXXII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. Instituto de química da Universidade de Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

CAVENAGHI, Ana R. A. ; BZUNECK, José A. **A motivação de alunos adolescentes enquanto desafio na formação do professor**. IX CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – EDUCERE– Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2009. p.1479-1489.

CHAGAS, Aécio P. **Teorias ácido-base do século XX**. Revista química nova na escola, n. 9, maio de 1999, p. 28 – 30.

CORTES, Mônica S. et al. **Titulações espectrofotométricas de sistemas ácido-base utilizando extrato de flores contendo antocianinas**. Revista química nova na escola, vol.30, n. 29, p.1014-1019, 2007.

CRIZEL, Lilian E. ; DEL PINO, José C. **O currículo de química do proeja do IFRS-Campus Bento Gonsalves: um olhar sobre a perspectiva dos educandos**. XV REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. Brasília: instituto de química da UNB, Águas de Lindóia, 2010.

CUNHA, L.A. **Ensino médio e ensino técnico na América Latina: Brasil, Argentina e Chile**. Cadernos de pesquisa. Scielo n. 111, p. 47-70, Dezembro de 2000.

DIAS, Marcelo V. ; GUIMARÃES, Pedro Ivo C. **Corantes naturais: extração e emprego como indicadores de pH**. Revista química nova na escola, n.17, p. 27 – 31, 2003.

FARIA, Edgard de Silvio. **Maravilhas da natureza – O reino vegetal**. Editora Abril Cultural, Coleção maravilhas da natureza, São Paulo, 1979.

FARIAS, Cristiane S. ; BASAGLIA, Andréia M. ; ZIMMERMANN, Alberto. **A importância das atividades experimentais no ensino de química**. 1^oCPEQUI- 1^o CONGRESSO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA.. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

FATH, Debora et al. **OS PCN's no contexto da escola: uma abordagem prospectiva**. XIV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA– ENEQ. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

FERREIRA, Magna M. OLIVEIRA, Adriano H. C. **Favonas e flavonóis: novas descobertas sobre sua estrutura química e função biológica**. REVISTA AGRO@AMBIENTE, UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA, Roraima, v. 2, n.2, p. 57– 60, 2008.

FREIRE, Paulo. **Educação na cidade**. Universidade do Texas. : Editora Cortez, 4^o edição, 1991.

GARCIA, R. C. et al. **Ensaio biológico do almeirão-roxo (*cichorium intybus L.*) E barbatimão(*stryphnodendron barbatiman martius*) em ratas com menopausa cirúrgica**. Revista eletrônica de farmácia Brasil, v.7, p. 65-80, 2010.

GIORDAM, Marcelo. **O papel da experimentação no ensino de ciências**. Revista química nova na escola, n.10, p.43 – 49, 1999.

GRAN, Gunnar. **Equivalence volumes in potentiometric titrations**. Analytica Chimica Acta. V.206, p.111-123, 1988.

GUIMARÃES, Cleidson C. **Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa**. Revista química nova na escola. v.31, n.3, 2009.

HARRIS, Daniel C. **Análise química quantitativa**; Tradução Jairo Bordinhão et al. Editora LTC, 7^o Edição, p.132 – 253, Rio de Janeiro, 2008.

HARVEY, David. **Modern analytical chemistry**. Editora mc graw-hill, 1^o edição. p.30, 1956.

HASSIMOTTO, Neuza M. A. **Atividade antioxidante de alimentos vegetais. Estrutura e estudo de biodisponibilidade de antocianinas de amora silvestre (*morus sp.*)**. Dissertação (mestrado em ciências farmacêuticas) - Universidade Federal de São Paulo, 2005.

HUBER, Lísia S. et al. **Flavonóis e flavonas: fontes brasileiras e fatores que**

influenciam a composição em alimentos. Revista alim.nutri, v. 19, n. 1, p. 97–108, Araraquara, 2008.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios.** Brasil, 2013.

JURASECOVA, Z.et al. **Effect of on the chemical modification of quercetin and structurally related flavonoids characterized by optical (UV – visible and Raman) spectroscopy.** Journal physical chemistry chemical physics, v. 16, n., p. 12802– 12811, 2014.

LOMBARD, Kevin et al. **Quercetin in onion (*Allium cepa* L.) after heat-treatment simulating home preparation.** Journal of food composition and analysis. V. 18, p. 571-581, 2005.

LOUREIRO, Carlos Frederico B. **Complexidade e dialética: contribuições à práxis política e emancipatória em educação ambiental.** Revista de educação social – UNICAMP, v.27, n.94, p.131-152, Campinas, 2006.

MACEDO, Elizabeth F. **Os temas transversais nos parâmetros curriculares nacionais.** Revista química nova na escola, n. 08, p. 23 – 27, Rio de Janeiro, 1998.

MELO, Luiza C. C. et al. **O tempo de permanência na escola e as motivações dos sem escola. Parte1 – Motivos da evasão escolar.** Fundação Getulio Vargas, Centro de Políticas Sociais/IBRE, Coordenação Marcelo Cortês Neri, Rio de Janeiro, 2009.

MENDES, Alexandre; ROSÁRIO, Pedro P. **Metrologia & incerteza de medição.** Editora epse Ltda, Rio de Janeiro, 2005.

MESQUITA, Evelise C. et al. **O uso da experimentação no ensino de misturas químicas: relatos de uma atividade desenvolvida no âmbito do PIBID/química (IF goiano – Câmpus Urutai).** ENCICLOPÉDIA biosfera, centro científico conhecer, v9, n.17, p. 3037, Goiânia, 2013.

MICHEL, Ricardo C. **Roteiro do professor - Material destinado a disciplina de laboratório para produção e avaliação de material didático para o ensino de**

química. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: 2014.

MORAES, Roberta H. **Avaliação do comportamento de flavonas e flavonóis frente à celulose microcristalina em estado sólido.** 2007. Dissertação (mestrado em ciências farmacêuticas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MORITA, Tokio. ASSUMPÇÃO, Rosely M.V. **Manual de soluções, reagentes e solventes.** Blucher, 2ª edição, 2007.

NETO, Joaquim J.S. et al. **Uma escala para medir a infraestrutura escolar.** Revista est.aval.educ. v. 24, n.54 p. 78-99, SÃO PAULO, 2013.

NICOLINI, Keller. P. et al. **Tendências pedagógicas e a elaboração de livros didáticos para o ensino de química no Brasil.** XXXI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. Instituto de química da USP, Águas de Lindóia, São Paulo 2008.

NOGUEIRA, Sonia R.A. et al. **Laboratório multidisciplinar no ensino médio – um modelo para CIEP.** XV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA. Instituto de química da Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

OHLWEILER, Otto Alcides. **Química analítica quantitativa.** Editora LTC, 2º edição, Rio de Janeiro, 1976.p.135 – 253.

OLIVEIRA, Eduardo A.M. et al. **Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio, formação docente e a gestão escolar.** XXVI SIMPÓSIO NACIONAL DE POLÍTICA E ADMINISTRAÇÃO DA EDUCAÇÃO (ANPAE), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

PÁPAY, Zsófia .E. et al. **Comparative evaluation of the effect of cyclodextrins and pH on aqueous solubility of apigenin.** Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, v.117, p. 210-216, 2016.

PEREIRA, Giuliana M. **Qualidade de radiche (*Cichorium intybus L.*) Embalado e armazenado sob atmosfera modificada.** Monografia (Engenharia de alimentos) Universidade Federal do Rio grande do Sul, Instituto de ciências e tecnologia de alimentos, Porto alegre, 2010.

PRADO, Andréa C. et al. **Experimentos de titulação ácido-base utilizando indicadores naturais e materiais de baixo custo.** XXX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, São Paulo: 2007.

REIS, Andréa P.A. **Reforço de vigas de concreto armado por meio de barras de aço adicionais ou chapas de aço e argamassa de alto desempenho.** Dissertação (engenharia de estruturas) Universidade de São Paulo. Escola de engenharia de São Carlos, São Paulo, 1998.

REZENDE, Monika S. C.; OLIVEIRA, Elene M. **Evasão, exclusão escolar: de quem é a responsabilidades?** Anais– SEMINÁRIO INTERNACIONAL INCLUSÃO EM EDUCAÇÃO: UNIVERSIDADE E PARTICIPAÇÃO 2, Coordenação Monica Pereira dos Santos, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

RIBEIRO, Karla. R. et al. **Determinação da composição mineral da casca de feijão (*vigna unguiculata*) e de folhas de almeirão (*cichorium intybus*).** XXXIV REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, Santa Catarina: 2011.

RUSSELL, John B. **Química geral.** Tradução: MÁRCIA GUEKEZIAN. et al. Makron books editora LTDA, v.1, 2º EDIÇÃO, SÃO PAULO 1994. P.391 – 418.

SANTOS JUNIOR, J. J. P.; SANTO FILHO, D. M. E. **Estudo da contribuição da massa específica da água pura na calibração do volume do recipiente.** IV CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE METROLOGIA–METROSUL IV, FOZ DO IGUAÇU, p.92, 2004.

SCHWAHN, Maria Cristina A.; OAIGEN, Edson R. **O uso do laboratório de química como ferramenta: investigando as concepções de licenciandos em química sobre o predizer, observar, explicar (POE).** Revista acta scientiae - revista de ensino e ciências e matemáticas. Editora da ULBRA. v.10, n. 2, 2008.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO – SEEDUC. **Currículo mínimo da disciplina de química,** 2012.

SILVA Junior, J. R. **Mudanças estruturais no capitalismo e a política educacional do governo FHC: o caso do ensino médio.** Revista de educação

social – Unicampi, Campinas, 2002.

SILVA, Élcio O. **Explorando as bases matemáticas da volumetria: uma proposta didática**. Revista química nova na escola, n. 13, 2001, p.13 – 17.

SILVA, S.R. et al. **A experimentação como ferramenta no ensino de química: um estudo sobre a utilização de aulas práticas em duas escolas públicas de PICOS-PI**. 52º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, Recife, 2012.

SILVA, W. F. et al. **Proposta de uma nova rota de extração de flavonoides em própolis**. III ENCONTRO DE PESQUISA DE IES DO SISTEMA ESTADUAL DE MINAS GERAIS. UNEC-CARATINGA. p.92, Minas Gerais, 2006.

SHARMA, Kavita. et al. **Temperature-dependente studies on the total phenolics, flavonoids, antioxidante activities, and sugar contente in six onion varieties**. Journal of food and drug analysis. v.23, p. 243 – 252, 2015.

SKOOG, D.A. et al. **Fundamentos de química analítica**. Editora thomson learning LTDA, 8ª edição, norte americana, 2006.

SPAGOLLA, L. C. et al. **Extração alcoólica de fenólicos e flavonoides totais de mirtilo “rabbiteye”(vacciniumashei) e sua atividade antioxidante**. Revista de ciências farmacêuticas básica e aplicada, v. 30, p.187 – 191, 2009.

TAKAHASHI, Jacqueline A. et al. **Questões tecnológicas permeando o ensino de química: o caso dos transgênicos**. Revista química nova na escola, n. 29, p.03 – 07, 2008.

TERCI, Daniela B.L.; ROSSI, Adriana Vitorino. **Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução**. Revista química nova, v.25, n.4, p.684– 688, São Paulo, 2002.

TONG, Jing. et al. **Hepatoprotective activity of flavonoids from cichorium glandulosum seeds in vitro and in vivo carbon tetrachloride-induce hepatotoxicity**. Journal of Ethnopharmacology , v.174, p. 355-363, 2015.

VILA, Fabiana C. **Identificação dos flavonoides com atividade antioxidante da cana-de-açúcar (Saccharumofficinarum L.)**. Dissertação (mestrado em química) Universidade de São Paulo. São Carlos, 2006.

VOGEL, Arthur Israel. **Análise química quantitativa**. Tradução AFONSO, J.C.; AGUIAR, RICARDO B. P.F. ALENCASTRO. Rio de janeiro: Editora LTC, 6º edição, 2011.

VOGEL, Arthur Israel. **Qualitative inorganic analysis. textbook of macro and semi micro**. Revisado por G.SVEHLA. Editora longman group limed, 5º edição, New York, 1979.

VOGEL, Arthur Israel. **Textbook of quantitative chemical analysis**. Revisado por G.H. JEFFERY et al. Editor longman scientific & technical, 5º edição, New York, p.266, 1978.

WU, Yahui. et al. **Quantification of flavonol glycoside in *Camellia sinesis* by MRM mode of UPLC-QQQ-MS/MS**. Journal of chromatography B. v.1017-1018, p.10-17, 2015.

ZHOU, Jinhui. et al. **Flavonoid glycosides as floral origin markers to discriminate of unifloral bee pollen by LC-MS/MS**. Food Control, v.57, p.54-61, 2015.

ANEXO A: PREPARO DAS SOLUÇÕES DO PROCESSO

PREPARAÇÃO DAS SOLUÇÕES GERAIS

Solução de cloreto de potássio $0,2 \text{ mol L}^{-1}$

Em béquer de 50 mL, pesaram-se $(3,740 \pm 0,005)\text{g}$ de cloreto de potássio P.A., que foram diluídos em água destilada. Fez-se a transferência para balão volumétrico de 250 mL e completou-se o volume com água destilada. Em seguida homogeneizou-se a solução, que foi armazenada em frasco de vidro. Fez-se sua identificação por meio de uma etiqueta e a solução pronta foi estocada

Solução de ácido clorídrico $0,2 \text{ mol L}^{-1}$

Encheu-se metade de um balão volumétrico de 250 mL previamente rinsado com água destilada, por meio de uma pisseta. Um béquer de 50 mL foi cheio até a metade de sua capacidade com água destilada por meio de uma pisseta. Em seguida 4,1 mL do ácido clorídrico P.A. 37% foi transferido para o béquer por meio de uma pipeta graduada de 10,0 mL. Após total extinção do calor de dissolução do ácido clorídrico o mesmo foi vertido do béquer para o balão volumétrico. O béquer foi rinsado mais três vezes com água destilada até completar o volume nominal do balão. Em seguida homogeneizou-se a solução, que foi armazenada em frasco de vidro. Fez-se sua identificação por meio de uma etiqueta. A solução pronta foi estocada.

Solução de hidrogeno fosfato dissódico $0,2 \text{ mol L}^{-1}$

Em béquer de 100 mL, pesaram-se $(28,391 \pm 0,005)\text{g}$ de hidrogeno fosfato dissódico P.A., que foram diluídos em água destilada. Fez-se a transferência para balão volumétrico de 250 mL após a diluição completa do sal. O béquer foi rinsado três vezes com algumas porções de água destilada e completou-se o volume nominal do bálão com água destilada. Em seguida homogeneizou-se a solução, que foi armazenada em frasco de vidro. Fez-se sua identificação por meio de uma etiqueta. A solução pronta foi estocada na bancada em local previamente combinado com a professora.

Solução de ácido cítrico $0,1 \text{ mol L}^{-1}$

Em béquer de 80 mL, pesaram-se $(19,212 \pm 0,005)\text{g}$ de ácido cítrico P.A., que foram diluídos em água destilada. Fez-se a transferência para balão volumétrico de 250 mL após a diluição completa do sal. O béquer foi rinsado três vezes com algumas porções de água destilada e completou-se o volume nominal do balão com água destilada. Em seguida homogeneizou-se a solução, que foi armazenada em frasco de vidro. Fez-se sua identificação por meio de uma etiqueta. A solução pronta foi estocada.

Solução hidróxido de sódio $1,25 \text{ mol L}^{-1}$ (5%)

Foi pesado $(5,000 \pm 0,005)\text{g}$ de hidróxido de sódio P.A. em béquer de 25 mL, que em seguida foi diluído com uma porção de água destilada, seguido da operação de agitação por meio de um bastão de vidro para solubilizar o sólido. Após esfriar a solução ocorreu a transferência para balão volumétrico de 100 mL e completou-se o volume com água destilada. Foi feita a homogeneização da solução, que foi armazenada em frasco de plástico. Fez-se sua identificação por meio de uma etiqueta. A solução pronta foi estocada.

Solução hidróxido de sódio 0,125 mol L⁻¹

Em um béquer de 100 mL, foi adicionado 20 mL do hidróxido de sódio na concentração de 1,25 mol L⁻¹ preparado anteriormente em béquer, por meio de uma pipeta volumétrica de 20,00 mL, sobre um volume igual a 20 mL de água destilada previamente adicionada. A nova solução diluída foi agitada por meio de um bastão de vidro para ocorrer a homogeneização. Após esfriar a solução ocorreu a transferência para balão volumétrico de 200,00 mL tendo metade de seu volume ocupado por com água destilada. O volume nominal do balão foi alcançado ao ser completado com água destilada. Em seguida homogeneizou-se a solução, que foi armazenada em frasco de plástico. Fez-se sua identificação por meio de uma etiqueta e a solução pronta foi estocada.

Solução de Biftalato de potássio 0,1mol L⁻¹

Em béquer de 50 mL, pesaram-se (2,043 ± 0,005)g de Biftalato de potássio P.A., que foram diluídos em água destilada. Fez-se a transferência para balão volumétrico de 100 mL e completou-se o volume com água destilada. Em seguida homogeneizou-se a solução, que foi armazenada em frasco de vidro. Fez-se sua identificação por meio de uma etiqueta e a solução pronta foi estocada.

Solução de ácido clorídrico 0,1 mol L⁻¹

Encheu-se metade de um balão volumétrico de 1000 mL previamente rinsado com água destilada, por meio de uma pisseta. Um béquer de 80 mL foi cheio até a metade de sua capacidade com água destilada por meio de uma pisseta, Em seguida 8,3 mL do ácido clorídrico P.A. 37% foi transferido para o béquer por meio de uma pipeta graduada de 10,0 mL. Após total extinção do calor de dissolução do ácido clorídrico o mesmo foi vertido do béquer para o balão volumétrico. O béquer foi rinsado mais três vezes com água destilada até completar o volume nominal do

balão. Em seguida homogeneizou-se a solução, que foi armazenada em frasco de vidro. Fez-se sua identificação por meio de uma etiqueta. A solução pronta foi estocada.

Solução de hidróxido de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$

Foi pesado ($4,044 \pm 0,5$)g de hidróxido de sódio P.A. em béquer de 50 mL, que em seguida foi diluído com uma porção de água destilada, seguido da operação de agitação por meio de um bastão de vidro para solubilizar o sólido. Após a extinção do calor de dissolução na solução ocorreu a transferência para balão volumétrico de 1000 mL, o qual foi completado após três operações de rinsagem do béquer. O volume nominal do balão foi alcançado completando o volume restante com água destilada da seguida da homogeneização da solução, que foi armazenada em frasco de plástico. Fez-se sua identificação por meio de uma etiqueta e a solução pronta foi estocada.

Solução de ácido acético (vinagre) $0,154 \text{ mol L}^{-1}$ (Concentração obtida da padronização do vinagre)

Foi transferido o volume de 25 mL de vinagre, por meio de uma pipeta volumétrica de 25 mL, para um balão de 100 mL previamente rinsado e preenchido até metade de sua capacidade com água destilada. Após a transferência do vinagre para balão volumétrico de 100 mL foi completado o volume nominal do balão com água destilada. Foi realizada a homogeneização da solução, a qual foi armazenada em frasco de vidro. Fez-se sua identificação por meio de uma etiqueta e a solução pronta foi estocada.

SOLUÇÕES COM POTENCIAIS HIDROGENIÔNICO DISTINTOS.

O objetivo destas soluções é servir de base para a construção de um conjunto de 14 tubos contendo soluções com potenciais hidrogeniônico distintos e conferidos com

pHmetro representando um sistema que simule a atividade ácido-base dos extratos testados do pH 1 ao pH 14. O volume das soluções que darão origem as soluções detalhadas no quadro a seguir.

NOTA: As soluções com potenciais hidrogeniônico discretos igual a 11, 13 e 14 não foram preparados devido ao fato da sua disponibilidade no laboratório. De maneira que os mesmos foram utilizados sem qualquer prejuízo para o ensaio, uma vez que todos estes potenciais hidrogeniônico foram averiguados com um medidor de pH (mesmo equipamento utilizado na titulação potenciométrica).

Quadro 4: Detalhamento do preparo das soluções com pH definido por pHmetro.

Solução tampão	Mistura das soluções	Vidrarias
pH=1	50 mL da solução de KCl (0,2 mol L ⁻¹)	Volumétrica de 50mL
	97 mL da solução de HCl (0,2 mol L ⁻¹)	Bureta de 50mL
pH=2	50 mL da solução de KCl (0,2 mol L ⁻¹)	Volumétrica de 50mL
	10,6 mL da solução de HCl (0,2 mol L ⁻¹)	Bureta de 50mL
pH=3	25 mL da solução de Na ₂ HPO ₄ (0,2 mol L ⁻¹)	Proveta de 25 mL
	95 mL da solução de C ₆ H ₈ O ₇ (0,1 mol L ⁻¹)	Proveta de 100 mL
pH=4	54 mL da solução Na ₂ HPO ₄ (0,2 mol L ⁻¹)	Proveta de 100 mL
	86 mL da solução de C ₆ H ₈ O ₇ (0,1 mol L ⁻¹)	Proveta de 100 mL
pH=5	62 mL da solução de KCl (0,2 mol L ⁻¹)	Proveta de 100 mL
	97 mL da solução de C ₆ H ₈ O ₇ (0,1 mol L ⁻¹)	Proveta de 100 mL
pH=6	64 mL da solução de KCl (0,2 mol L ⁻¹)	Proveta de 100 mL
	37 mL da solução de C ₆ H ₈ O ₇ (0,1 mol L ⁻¹)	Bureta de 50mL
pH=7	82 mL da solução de KCl (0,2 mol L ⁻¹)	Proveta de 100 mL
	18 mL da solução de C ₆ H ₈ O ₇ (0,1 mol L ⁻¹)	Bureta de 50mL
pH=8	198 mL da solução de KCl (0,2 mol L ⁻¹)	Proveta de 250 mL
	6mL da solução de C ₆ H ₈ O ₇ (0,1 mol L ⁻¹)	Bureta de 50mL
pH=9	25 mL da solução de KCl (0,2 mol L ⁻¹)	Volumétrica de 25 mL
	21,4 mL da solução de NaOH(0,1 mol L ⁻¹)	Bureta de 50mL
pH=10	25 mL da solução de KCl (0,2 mol L ⁻¹)	Volumétrica de 25 mL
	44 mL da solução de NaOH(0,1 mol L ⁻¹)	Bureta de 50mL
pH=12	7mL da solução de NaOH (0,1 mol L ⁻¹)	Bureta de 25mL
	63 mL da solução de H ₂ O	Proveta de 100 mL
LEGENDA. HCl: Ácido clorídrico; KCl: Cloreto de potássio; C ₆ H ₈ O ₇ : Ácido cítrico		

As soluções foram guardadas em frascos identificados e colocadas em local específico durante as operações.

REFERÊNCIAS:

ALEXÉEV, V. **Análise quantitativa**. Tradução Albano pinheiro Melo, Editora livraria LOPES DA SILVA, 3ª edição, Porto, 1983.

BACCAN, Nivaldo, et al. **Química analítica quantitativa elementar**. Editora the macmillian company. 3ª edição campinas, 2001.pg.46 -83

BRADY, James E. ; HUMISTON, Gerard E. **Química geral**. Tradução: CRISTINA M.P DOS SANTOS; ROBERTO DE BARROS FARIA. Brasil. Editora JC, 2⁰ edição, 1986.

CORTES, Mônica S. et al. **Titulações espectrofotométricas de sistemas ácido-base utilizando extrato de flores contendo antocianinas**. Revista química nova na escola, Vol.30, n. 29, p.1014-1019, 2007

MORITA, Tokio. ; ASSUMPÇÃO, Rosely M.V. **Manual de soluções, reagentes e solventes**. Blucher, 2ª edição, 2007.

RUSSELL, John B. **Química geral**. Tradução: MÁRCIA GUEKEZIAN. et al. Editora makron books editora LTDA, v.1, 2ª edição, São Paulo 1994.

SKOOG, D.A. et al. **Fundamentos de química analítica**. Editora thomson learning LTDA, 8ª edição, norte americana, 2006.

ANEXO B: LICITAÇÃO VIRTUAL (COTAÇÃO ONLINE) PARA DEFINIR VALORES REAIS DE SISTEMAS CONVENCIONAIS DE TITULAÇÃO (BURETA)

Quadro 5: Cotação online dos materiais utilizados em um sistema clássico titulação (bureta)

Material	Referência	Preço(R\$)	Link
Bureta de 50 mL	Labor shopping	68,86	http://www.laborshopping.com.br/ecommerce_site/produto_26179_9174_Bureta-de-Vidro-Graduada-com-Torneira-em-Teflon
Bureta de 50 mL	LOJALAB	81,00	http://www.lojalab.com.br/produtos.asp?codigo_categoria=923
Bureta de 50 mL	LojanetLAB	68,40	http://www.vidroslab.com.br/consulta.php?cod_departamento=&palavra=bureta&fieldOrder_Menu=&inicio=50
Bureta de 50 mL	Mcidentifica	39,96	http://www.mcidentifica.com.br/shop/vidrarias-de-laboratorio.html?cat=187
Bureta de 50 mL	Synth.com	42,49	http://www.lojasynth.com/vidrarias/buretas/bureta-graduada-com-torneira-em-vidro
Suporte universal	Labor shopping	41,90	http://www.laborshopping.com.br/ecommerce_site/produto_7462_9174_Suporte-Universal-para-Laboratorio
Suporte universal	LOJALAB	85,00	http://www.lojalab.com.br/default.asp?loja=1
Suporte universal	LojanetLAB	54,54	http://www.vidroslab.com.br/consulta.php?palavra=suporte&cod_departamento=
Suporte universal	Mcidentifica	Não possui	Não possui
Suporte universal	Synth.com	43,43	http://www.lojasynth.com/inox/suportes/suporte-universal-com-base-em-aco-carbono-e-haste-de-aluminio
Garrapa-rabureta	Labor shopping	72,11	http://www.laborshopping.com.br/ecommerce_site/produto_18228_9174_Pinca-Dupla-para-Buretas-Tipo-Castaloy
Garrapa-rabureta	LOJALAB	Não possui	Não possui
Garrapa-ra bureta	LojanetLAB	Não possui	Não possui

Gar-raparbu-reta	Mcintifica	Não possui	Não possui
Gar-raparbu-reta	Synth.com	96,14	http://www.lojasynth.com/inox/pincas/pinca-garra-para-2-buretas-em-aluminio-fundido-tipo-castaloy
Pipeta volumétrica de 10 mL	Labor shopping	Não possui	Não possui
Pipe-tavolométrica de 10 mL	LOJALAB	13	http://www.lojalab.com.br/produtos.asp
Pipe-tavolométrica de 10 mL	LojanetLAB	21,97	http://www.vidroslab.com.br/consulta.php?palavra=pipeta+volum%EA9trica&cod_departamento=
Pipe-tavolométrica de 10 mL	Mcintifica	Não possui	Não possui
Pipe-tavolométrica de 10 mL	Synth.com	8,96	http://www.lojasynth.com/vidrarias/pipetas/pipeta-volumetrica-com-1-traco-esgotamento-total
Béquer 250 mL	Labor shopping	8,9	http://www.laborshopping.com.br/ecommerce_site/produto_6930_9174_Copo-Berzelius-Bequer-Forma-Alta-Grad-c-bico-Vidro-Boro-33
Béquer 250 mL	LOJALAB	5,4	http://www.lojalab.com.br/produtos.asp?codigo_categoria=922
Béquer 250 mL	LojanetLAB	8,5	http://www.vidroslab.com.br/produto.php?cod_produto=7227927
Béquer 250 mL	Mcintifica	Não possui	Não possui
Béquer 250 mL	Synth.com	Não possui	Não possui
Erlen-meyer de 125mL	Labor shopping	8,9	http://www.laborshopping.com.br/ecommerce_site/produto_7059_9174_Erlenmeyer-Graduado-Boca-Estreta-Vidro-Boro-33
Erlen-meyer de 125mL	LOJALAB	6,4	http://www.lojalab.com.br/produtos.asp?codigo_categoria=929

Erlen-meyer de 125mL	LojanetLAB	10,1	http://www.vidroslab.com.br/consulta.php?palavra=Erlenmeyer
Erlen-meyer de 125mL	Mcidentifica	5,64	http://www.mcidentifica.com.br/shop/catalogsearch/result/?q=Erlenmeyer+Graduado+25+ML
Erlen-meyer de 125mL	Synth.com	10,26	http://www.lojasynth.com/vidrarias/frascos-erlenmeyer/frasco-erlenmeyer-boca-estreita

ROTEIRO DO PROFESSOR

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

APÊNDICE A: ROTEIRO DO PROFESSOR (PLANEJAMENTO DE AULA)

ROTEIRO DO PROFESSOR (PLANEJAMENTO DE AULA)

1. INTRODUÇÃO

A iniciativa de utilizar novas ferramentas de baixo custo agregado, e ou, kits de análise e síntese visam desenvolver as habilidades e competências dos alunos por meio de uma abordagem experimental, onde os conteúdos de química exigidos pelo Currículo Mínimo (SEEDUC, 2012) possam ser esmiuçados, com objetivo de fazer com que estes conhecimentos acumulados se tornem parte integrante do escopo de informações do aluno, o qual poderá aprender todo o contexto teórico, uma vez que o professor explora estes novos saberes incorporado pelos alunos durante o procedimento experimental.

Esta investida trás a proposta experimental da utilização de uma volumetria ácido-base, onde o foco seria permitir que o professor pudesse direcionar o processo de ensino-aprendizagem do aluno de forma que ele alie a prática procedimental e teórica em torno das reações de neutralização entre ácidos e bases, conceito de acidez e basicidades a partir da escala de pH, para que o aluno aprenda o cálculo das principais expressões de concentração de espécies químicas em soluções.

Desta forma esta prática busca atender as demandas de ensino de alguns conteúdos da disciplina de química, onde o público-alvo encontra-se, sobretudo na

ROTEIRO DO PROFESSOR

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

segunda série do ensino médio, embora esta abordagem também possa ser executada em alguns tópicos da terceira série do ensino médio, o que permite ao professor intercalar uma série de conteúdos da segunda série do ensino médio com objetivo de consolidar estes saberes já apresentados aos alunos anteriormente. Assim o docente poderá ser capaz de atender as diversas turmas no terceiro bimestre da segunda série do ensino médio sem nenhum prejuízo, visto que a praticidade do procedimento permite ao professor o domínio sobre cada momento do processo de criação do conhecimento. Contudo cabe ao mesmo avaliar de forma distinta a possível aplicação da proposta nas diversas turmas, em função da maturidade dos alunos, e/ou grupos de alunos, cuja abordagem experimental poderá ser implantada.

O planejamento da atividade vislumbra a utilização de materiais de baixo risco, visto que os ácidos e bases utilizados estão em baixa concentração (diluídos) de forma que não cause dano grave aos alunos caso porventura ocorra algum acidente. O indicador utilizado é o extrato obtido da folha de almeirão (*Cichorium intybus L.*), que é uma variedade de chicória comum, isto é, um alimento utilizado pela população em geral. Assim pelo fato do titulador conferir uma baixa exposição a risco de acidentes, esta ferramenta pode ser utilizada por turmas matutinas, vespertinas e noturnas.

2. OBJETIVO

Direcionar a atividade onde os alunos determinarão as principais expressões de concentração de uma amostra de vinagre comercial pela utilização de um titulador alternativo e um indicador ácido-base alternativo oriundo do extrato de almeirão.

ROTEIRO DO PROFESSOR

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE
UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM
TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Parte principal esta detalhada no item quatro do corpo deste trabalho.

4. ALGUNS CUIDADOS IMPORTANTES

O aluno deve atentar e executar a atividade proposta de acordo com as explicações prévias fornecidas pelo professor. Nada deve ser executado diferente do que for explicitado neste roteiro.

NOTA 1: Cabe ao professor avaliar o andamento do procedimento na respectiva turma, uma vez que a observação da execução das atividades por parte dos alunos está sobre sua responsabilidade. De forma que o aluno deva obedecer ao professor durante todo o andamento da atividade experimental.

O professor deverá fornecer os fundamentos teóricos a cerca do que é uma titulação volumétrica aos alunos.

O professor deverá explicar de forma rápida e sucinta como é realizada uma volumetria convencional (mostrar foto ou filme ou desenho das vidrarias, etc) e fazer um paralelo como o titulador alternativo manual.

ROTEIRO DO PROFESSOR

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

Antes de executar o procedimento o professor deverá realizar uma revisão dos conteúdos necessários para que o aluno possa executar os cálculos previstos nesta proposta.

5. CONHECIMENTO PRÉVIO

Tópicos obrigatórios para que o conteúdo seja abordado (requisitos para realização da proposta em uma turma da segunda série do ensino médio):

- Conceituar ácido e base de Arrhenius (primeiro bimestre da segunda série do ensino médio).
- Identificar acidez e basicidade a partir da escala de pH e com o uso dos indicadores (primeiro bimestre da segunda série do ensino médio).
- Equacionar as reações de neutralização entre ácidos e bases (primeiro bimestre da segunda série do ensino médio).
- Calcular e interpretar as principais formas de expressão da concentração comum (g L^{-1}), quantidade de matéria (mol L^{-1}), percentagem em massa e em volume (terceiro bimestre da segunda série do ensino médio).
- Conceito de volumetria de neutralização ácido-base.

Tópicos opcionais que poderão em outra oportunidade serem abordados de acordo com o interesse do docente que executa as atividades (requisitos para realização da proposta em uma turma da terceira série do ensino médio)

ROTEIRO DO PROFESSOR

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

- Noções de acidez de Bronsted para compreensão do equilíbrio iônico da água (primeiro bimestre da terceira série do ensino médio).
- Conceituar caráter ácido e caráter básico de uma solução, através da escala de pH e pOH (primeiro bimestre da terceira série do ensino médio)

6. OUTROS ASPECTOS EDUCACIONAIS

O professor também pode explorar outros saberes dos alunos fazendo comparações entre o volume de uma gota, a fração girada do manipulô e o avanço proporcionado no embolo da seringa pela fração girada do manipulô, para que de posse destas informações possam ser estimado, por exemplo: O número de voltas necessárias para que seja alcançado o ponto final sabendo que experimentalmente para este sistema alternativo, a cada $1/8$ de volta é reproduzido uma gota desprezada pela seringa.

Além disso, o professor também pode perceber determinados comportamentos da turma para os temas demonstrados no quadro 6 e intervir em conformidade aos aspectos 1 e 2 deste mesmo quadro, reforçando a importância destes temas em seu cotidiano e na sociedade.

ROTEIRO DO PROFESSOR

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE
 UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM
 TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

Quadro 6: Ética, meio ambiente e saúde

Temas	Aspecto 1	Aspecto 2
Ética	Os alunos trabalham em equipe logo precisam respeitar os espaços individuais.	Os dados devem ser verdadeiros. Deve-se reforçar a ética no desenvolvimento das tarefas
Meio ambiente	Os cuidados no que tange ao descarte de resíduos	Neutralizar ácidos com bases e vice e versa antes de descartá-los em local apropriado.
Saúde	Os cuidados que os alunos devem ter com as substâncias químicas envolvidas no processo principalmente quanto a ingestão destas substâncias.	O professor deve enfatizar e monitorar o zelo dos alunos para com os companheiros de classe, pois isto evitará contratempos como, por exemplo, evitar que um aluno jogue uma destas substâncias em outro. Por isso o professor deve ter em mãos uma solução diluída de bicarbonato de sódio e um local com bastante água abundante em caso de acidentes

7. RESPOSTAS DOS PROBLEMAS APLICADOS NO ROTEIRO DOS ALUNOS

Foi realiza uma titulação anteriormente da proposta nas mesmas condições determinadas do procedimento experimental descrito no roteiro do aluno utilizando como titulado um vinagre comercial cuja acidez é de 4%. Foi utilizado também como indicador o extrato de almeirão.

ROTEIRO DO PROFESSOR

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE
UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM
TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

Assim pode-se supor que o resultado apresentado deverá ser próximo a sequência de dados apresentados.

Cabe lembrar de que partimos de uma solução de vinagre cuja acidez é 4%(p/v). Desta solução serão originados 100,00mL de uma solução filha a 0,1000 mol L⁻¹, portanto devemos calcular o volume a ser retirado de vinagre desta solução para realizar tal operação .

Quadro 7: Resultados obtidos em um ensaio prévio com o titulado (Ácido acético)

DADOS DO ENSAIO		VOLUME OBTIDO (exemplo para o professor)
Volume obtido na primeira titulação		15,7 mL
Volume obtido na segunda titulação		15,7 mL
Volume obtido na terceira titulação		15,6 mL
Média obtida da titulação		15,7 mL

CÁLCULOS PARA O PREPARO DA SOLUÇÃO DE H₃CCO₂H 0,1mol L⁻¹

Diluição da solução de vinagre com acidez a 4% determinada pelo fabricante.

A acidez a 4% (p/v) significa que temos 4g de H₃CHCO₂H em 100mL de vinagre (supondo que toda a acidez seja proveniente de H₃CCO₂H).

ROTEIRO DO PROFESSOR

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

4g de $\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$ -----100mL de solução

$m(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})$ -----1000mL de solução

Fazendo a regra de três obtemos que a massa de ácido acético ($m(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})$) seria igual a 40,00g

=> $m(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}) = 40,00\text{g}$ de $\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$ em 1L de solução de vinagre (Teórico)

Sabendo que a massa molecular ($\text{MM}_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})}$) deste ácido é aproximadamente igual a 60g/mol então conseguimos obter o número de mols de ácido acético ($\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$) conforme a equação abaixo

$$n_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})} = m_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})} / \text{MM}_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})} \Rightarrow n_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})} = 40\text{g} / 60\text{g/mol}$$

=>($\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$)=0,667mol de $\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$ em 1L de solução de vinagre (Teórico)

Agora basta aplicar a fórmula a seguir para saber a concentração molar [$M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})}$] da solução mãe mediante as informações já apresentadas

$$M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})} n_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})} V_{(\text{solução})} \Rightarrow M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})} 0,667\text{mol L}^{-1}$$

=> $M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})} = 0,667\text{mol L}^{-1}$ de $\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$ nesta solução de vinagre mãe (Teórico)

Para saber a concentração após a diluição de uma fração do vinagre da solução mãe, basta inserir os dados da diluição conforme sugere a equação a seguir.

$$M_i \cdot V_i = M_f \cdot V_f \Rightarrow M_i = M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})} V_f / V_i \Rightarrow M_i = 0,667\text{mol L}^{-1} \times 0,100\text{L} / 0,500\text{L}$$

=> $M_i = 0,0133\text{mol L}^{-1}$ de $\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$ nesta solução de vinagre diluída (Teórico)

AValiação dos valores experimentais do $\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$ no ponto final.

ROTEIRO DO PROFESSOR

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

Pipetou-se 100 mL de vinagre e avoluma-se com água destilada um balão volumétrico de 500 mL gerando como resultado a sequência a seguir:

100 mL de $\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$ + 400 mL de H_2O = 500 mL de solução diluída de $\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$

Em seguida adicionou-se 10 mL desta solução num erlenmeyer de 250 mL, adicionou-se 5 gotas do extrato de almeirão. O ponto final da titulação ocorreu quando foram gastos em média 15,7 mL de NaOH. Sendo assim a concentração de ácido acético no vinagre pode ser calculada segundo a ordem cronológica a seguir:

DADOS DA TITULAÇÃO:

Espécies presentes: { H_3CCO_2^- , $\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$, $-\text{OH}$ e Na^+ } neste ponto $[\text{Na}^+] = [\text{H}_3\text{CCO}_2^-]$

$M_{(\text{NaOH})} = 0,0976 \text{ mol L}^{-1}$ (valor proveniente da padronização);

$V_{(\text{NaOH})} = 15,7 \text{ mL}$ do titulante padronizado

$V_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})} = 10,00 \text{ mL}$ da solução diluída de $\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO ACÉTICO ($\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$.)

$M(\text{titulante}) \times V(\text{titulante}) = M(\text{titulado}) \times V(\text{titulado})$

$M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})\text{prévia}} = M_{(\text{NaOH})} \cdot V_{(\text{NaOH})} / V_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})} \Rightarrow$

$M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})\text{prévia}} = 0,0976 \text{ mol L}^{-1} \times 0,0157 \text{ L} / 0,0100 \text{ L}$

$\Rightarrow M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})\text{prévia}} = 0,152 \text{ mol L}^{-1}$ da solução de vinagre

Note que este valor desta titulação ainda converge para aproximação dos dados

ROTEIRO DO PROFESSOR

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

apresentados no quadro 3 encontrado no texto deste trabalho (TCC). Contudo este valor é muito diferente do teórico o que demonstra que o teor é na verdade bem diferente do teor de ácido acético descrito no rótulo do fabricante.

Contudo cabe lembrar que este ácido presente no vinagre já passou por uma diluição por isso precisamos compensar esta diluição para encontrar a concentração inicial verdadeira de $\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$.

Abaixo seguem uma sequência de formulas com sua legenda para simplificar os cálculos a seguir.

$$M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H original})} = M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H diluído})} \times \text{Fator de diluição (Fd)}$$

$$\text{Onde Fd} = \text{VBPS}_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})} / \text{VAAOB}_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})}$$

LEGENDA:

Fd = Fator de diluição

$\text{VBS}_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H diluído})}$ = Volume do balão usado no preparo da solução de ácido acético diluído.

$\text{VAAOB}_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})}$ = Volume adicionado da amostra original no balão para o preparo da solução de ácido acético.

Assim

$$M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H original})} = M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H diluído})} \times \text{Fator de diluição (Fd)}$$

$$M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H original})} = 0,152 \text{ mol L}^{-1} \times (500,00\text{mL} / 100,00\text{mL}) \Rightarrow \mathbf{Mi_{(H_3CCO_2H)} = 760 \text{ mol L}^{-1}}$$

ROTEIRO DO PROFESSOR

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

O teor real do frasco será demonstrado por meio de cálculos a seguir.

AVALIAÇÃO DA MASSA DE $\text{H}_3\text{CHCO}_2\text{H}$.

1 mol de $\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$ -----60,00g de $\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$

0,760 mols de $\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$ ----- $m_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})}$

=> $m_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})}$ = **45,60g de $\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$ em 1L de solução.**

1000,00mL de solução-----45,60g de $\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$

100,00mL de solução----- $m_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})}$

=> $m_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})}$ =**4,56g de $\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$ em 1L.**

AVALIAÇÃO DA PORCENTAGEM EM MASSA DE $\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$

100,00%-----100,00g

Porcentagem ($\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$) -----4,56g

=> **Porcentagem ($\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$) = 4,56%(m/V)**

OBSERVAÇÃO: Nota-se que a porcentagem é diferente do valor definido pelo fabricante. Isto demonstra que este lote não passou por um exame de qualidade apurado.

ROTEIRO DO PROFESSOR

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

8. NOTAS IMPORTANTES

COMANDOS E FÓRMULAS QUE PODERÃO SER UTILIZADAS DURANTE O PROCESSO.

COMANDO:

- CALCULAR AS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE POR INTERMÉDIO DO CONHECIMENTO DA CONCENTRAÇÃO DO TITULANTE, BEM COMO A MÉDIA ARITMÉTICA DO VOLUME OBTIDO.

CÁLCULAR A CONCENTRAÇÃO DO TITULADO DILUÍDO (SOLUÇÃO DILUÍDA DE ÁCIDO ACÉTICO).

$$M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H diluído})} \times V_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H diluído})} = M_{(\text{NaOH})} \cdot V_{(\text{NaOH})} \Rightarrow$$

$$M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H diluído})} = M_{(\text{NaOH})} \times V_{(\text{NaOH})} / V_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H diluído})} \Rightarrow$$

$$M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H diluído})} = \underline{\hspace{2cm}} \times \underline{\hspace{2cm}} / \underline{\hspace{2cm}} \Rightarrow M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H diluído})} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- CÁLCULAR A CONCENTRAÇÃO DO REAL TITULADO (SOLUÇÃO ORIGINAL DO ÁCIDO ACÉTICO).

$$M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H original})} = V_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H diluído})} \times \text{Fator de diluição (Fd)}$$

ROTEIRO DO PROFESSOR

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

$$M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H original})} = \text{_____} \times \text{_____} \Rightarrow M_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H original})} = \text{_____}$$

OBSERVAÇÃO 1: O professor deverá revelar e explicar neste momento o que é fator de diluição e qual o seu valor.

$$\text{Onde } F_d = V_{\text{BPS}_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})}} / V_{\text{AAOB}_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})}}$$

LEGENDA:

F_d = Fator de diluição

$V_{\text{BS}_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H diluído})}}$ = Volume do balão usado no preparo da solução de ácido acético diluído.

$V_{\text{AAOB}_{(\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H})}}$ = Volume adicionado da amostra original no balão para o preparo da solução de ácido acético.

- CÁLCULAR A MASSA DE ÁCIDO ACÉTICO DA AMOSTRA ORIGINAL.

Executar regra de três sabendo que a peso molecular do ácido acético é aproximadamente igual a 60,00 g/mol.

- CALCULAR A PORCENTAGEM EM MASSA DE ÁCIDO ACÉTICO DA AMOSTRA ORIGINAL.

Executar regra de três é pertinente sabendo que a percentagem esta em função de 100 mL de solução.

ROTEIRO DO PROFESSOR

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE
UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM
TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

9. REFERÊNCIAS

BACCAN, Nivaldo, et al. **Química analítica quantitativa elementar**. Editora the macmillian company. 3ª edição campinas, 2001.pg.46 -83

MICHEL, Ricardo C. **Roteiro do professor - Material destinado a disciplina de laboratório para produção e avaliação de material didático para o ensino de química**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de janeiro: 2014.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO – SEEDUC. **Currículo mínimo da disciplina de química**, 2012.

SKOOG, D. A. et al. **Fundamentos de química analítica**. Editora thomson learning LTDA, 8ª edição, norte americana, 2006.

ROTEIRO DO ALUNO

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

APÊNDICE B: ROTEIRO DO ALUNO (PLANEJAMENTO DE AULA)

1.0. INTRODUÇÃO

A volumetria de neutralização é um método clássico de análise que permite determinar a concentração de um volume definido de uma amostra, constituída de ácidos ou bases, quando a mesma reage com uma espécie química de características específicas e concentração conhecida (SKOOG, 2006).

A principal forma de monitorar este tipo de volumetria se faz com a utilização de indicadores. Os indicadores de forma genérica são espécies químicas que mudam de cor de acordo com o pH do meio no qual esta substância está presente. Existem vários tipos de indicadores e a escolha do indicador realizar-se-á de acordo com a natureza das espécies reagentes da titulação que terão pontos finais em pH's específicos (BACCAN, 2001).

Neste trabalho será realizada uma titulação que empregara o extrato de almeirão roxo que contém alguns dos indicadores como o canferol, a quercetina, a luteolina e a apigenina identificados na figura a seguir.

ROTEIRO DO ALUNO

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

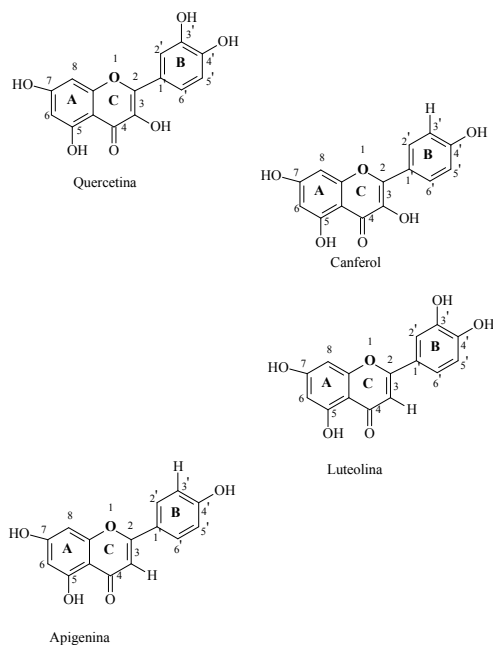


Figura 29: Possíveis indicadores contidos no extrato de almeirão

Os indicadores contidos no almeirão tem uma faixa de viragem visualmente perceptível do pH igual a 7 para o pH igual 8, onde ocorre a mudança de cor do incolor para o amarelo.

Os detalhes pertinentes aos procedimentos práticos desta volumetria serão explicitados pelo professor antes de realização do ensaio.

2.0. OBJETIVO

Um trio de alunos devesse determinar as principais expressões de concentração de

ROTEIRO DO ALUNO

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE
 UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM
 TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO
 (ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

uma amostra de vinagre comercial por intermédio da realização de uma volumetria de neutralização, que utilizará um titulador alternativo e o indicador alternativo proposto.

3.0. MATERIAIS E MÉTODOS.

3.1. MATERIAL UTILIZADO.

Quadro 8: Material a ser utilizado no sistema alternativo de titulação.

Material utilizado	Quantidade
Frasco da titulação (Uma garrafa de PET (Politereftalato de elileno) que atua como um erlenmeyer).	1
Frasco de estoque o titulado (Uma garrafa de PET (Politereftalato de elileno) que atua como um béquer).	1
Seringa hospitalar de capacidade de 20 mL (Substitui a pipeta volumétrica) será utilizado para transferir a solução do frasco estoque da solução a ser titulada para o frasco da titulação.	1
Frasco pisseta (frasco de detergente que atua como um frasco pisseta) será utilizado para transferir um volume desconhecido de água destilada contido neste mesmo frasco.	1
Seringa hospitalar de capacidade de 60 mL (Substitui a bureta).	1

ROTEIRO DO ALUNO

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE
 UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM
 TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO
 (ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

Frasco de estoque da solução titulante (Uma garrafa de PET (Politereftalato de etileno)).	1
Titulador alternativo.	1
Garrafa PET contendo a solução de Hidróxido de sódio (NaOH) na concentração nominal de 0,1 mol/L.	1
Garrafa PET contendo a solução diluída pelo professor da amostra de vinagre de concentração desconhecida.	1
Frasco pisseta (frasco de detergente que atua como um frasco pisseta para transferência do indicador de pH) será utilizado para transferir uma gota do extrato de almeirão (indicador natural) contido neste mesmo frasco para o frasco de titulação.	1

3.2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.

3.2.1. O PROFESSOR DEVERÁ FAZER A ESCOLHA DO TRIO

OBSERVAÇÃO 1: A prática será executada em trio onde cada aluno executará uma das três titulações em um titulador alternativo manual acoplado a seringa hospitalar. De modo geral um aluno executará a titulação (Aluno 1 – ver item 4.0), enquanto um segundo aluno (Aluno 2 – ver item 4.0) ira auxiliá-lo na verificação da mudança do indicador, bem como sustentar a base do titulador com o peso de sua mão e por último a atuação do terceiro aluno (Aluno 3 – ver item 4.0) que auxiliará com a

ROTEIRO DO ALUNO

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

contagem do número de voltas ou frações de voltas utilizadas até a obtenção do ponto final. Esta medida será utilizada para se poder mensurar matematicamente o valor teórico de voltas associado ao valor teórico da titulação uma vez que se sabe que 1/8 de volta no sistema representa o volume de 0,06 mL de fluído (titulante) desprezado por essa seringa.

NOTA 1: Cabe ao professor organizar a turma em trios de acordo com o seu conhecimento prévio dos alunos que constituem a turma onde a prática será ministrada.

3.2.2-FAZER A VERIFICAÇÃO DE TODOS OS MATERIAIS DESCRITOS NO ITEM 3.1.

NOTA 2: O ITEM 3.2.1. DEVE SER REALIZADO PELO ALUNO.

NOTA 3: Neste procedimento é obrigatório homogeneizar qualquer solução antes de sua utilização. Para isso basta girar suavemente a garrafa, que devera estar tampada a 180⁰ do seu eixo axial original, com intuito de uniformizar as zonas com gradientes de concentração antes de transferir qualquer volume da garrafa que contém a solução. Esta operação deve ser realizada pelo menos três vezes consecutivas.

OBSERVAÇÃO 2: Antes de utilizar qualquer aparato utilizado como vidraria (garrafa PET) verificar se o aparato está apto a desempenhar as futuras operações (verificar vazamentos oriundos de furos ou rachaduras). Caso o resultado seja positivo lavar e rinsar os aparatos utilizados como vidraria com as respectivas soluções.

ROTEIRO DO ALUNO

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

3.2.3. EXECUTAR A PREPARAÇÃO PARATITULAÇÃO ÁCIDO-BASE.

NOTA 3: O ITEM 3.2.3. DEVE SER REALIZADO PELO PROFESSOR E REPRODUZIDO PELO ALUNO.

3.2.2.1. Rinsar até três vezes uma garrafa PET, que atuará como frasco de solução estoque de titulante com um volume aproximado de 1 mL da solução titulante já padronizada de NaOH 0,1 mol/L.

3.2.2.2. Rinsar até três vezes uma garrafa PET, que atuará como frasco de solução estoque do titulado com um volume aproximado de 1mL da solução diluída da amostra original preparada pelo professor.

3.2.2.3. Rinsar até três vezes uma seringa de 60 mL com um volume aproximado de 1mLda solução titulante já padronizada de NaOH 0,1 mol L⁻¹.

3.2.2.4. Rinsar até três vezes uma seringa de 20 mL com um volume aproximado de 1mL da solução diluída do titulado preparada pelo professor.

3.2.4. MONTAR A SERINGA RINSADA NO TITULADOR ALTERNATIVO.

NOTA 4: O ITEM 3.2.4. DEVE SER REALIZADO PELO PROFESSOR E REPRODUZIDO PELO ALUNO.

3.2.4.1. Deslocar a base móvel do eixo do titulador até o topo do sistema. Para isso deve-se girar o manipulô do sistema mecânico no sentido de orientação dos ponteiros do relógio.

3.2.4.2. Abrir a seringa rinsada e vazia, até a posição máxima que o embolo pode ser deslocado visando conter o máximo da solução titulante empregada na titulação

ROTEIRO DO ALUNO

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

volumétrica.

3.2.4.3. Em seguida encaixe concomitantemente a ponta da seringa no furo do alojamento da seringa e a fenda na extremidade oposta ao embolo no na base móvel do sistema mecânico manual do titulador.

3.2.4.3. Desloque concomitante o corpo da seringa de 60 mL de forma a acoplá-lo totalmente no alojamento da seringa ao passo que se desloca o embolo para a posição de zero volume, na medida em que se gira o manipulador do sistema mecânico no sentido oposto a orientação dos ponteiros do relógio.

3.2.5. EXECUTAR A TITULAÇÃO ÁCIDO-BASE DO ÁCIDO ACÉTICO ($\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$) DE CONCENTRAÇÃO DESCONHECIDA COM UMA SOLUÇÃO DE HIDRÓXIDO DE SÓDIO (NaOH) DE CONCENTRAÇÃO IGUAL A $0,1 \text{ mol L}^{-1}$.

NOTA 5: O ITEM 3.2.5. DEVE SER REALIZADO PELO ALUNO.

3.2.5.1. A solução já padronizada de NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ deve ser contida em uma garrafa PET já devidamente rinsada (ver item 3.2.2.1.), a qual atuará como frasco estoque da solução titulante.

3.2.5.2. A solução diluída da amostra original preparada pelo professor deve ser contida em uma garrafa PET já devidamente rinsada (ver item 3.2.2.2.), a qual atuará como frasco estoque da solução a ser titulada.

OBSERVAÇÃO 3: Agitam-se suavemente as soluções prontas que atuaram como titulante (NaOH a $0,1 \text{ mol L}^{-1}$) e titulado (solução diluída pelo professor da amostra original) contidas em frasco apropriados e identificados, com fim de homogeneizar toda solução desfazendo as zonas com gradientes de concentração antes de serem

ROTEIRO DO ALUNO

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

transferidos qualquer volume dos respectivos frascos.

3.2.5.3. Com o embolo da seringa de 60 mL na posição em que a seringa esta isenta de qualquer fluido (posição em que a seringa esta vazia), deve-se apoiar o frasco da solução titulante na ponta da seringa de forma que a ponta fique totalmente submersa na solução, à medida que a solução é contida na seringa pelo movimento ascendente do embolo, concomitante com o giro do manipulador do sistema mecânico no sentido oposto da orientação dos ponteiros do relógio.

OBSERVAÇÃO 4: Eliminar qualquer espécie de bolha presente na seringa de 60 mL e adicionar novamente o volume adequado para que o menisco fique orientado no ponto zero de volume desta seringa.

OBSERVAÇÃO 5: Fique atento para possíveis vazamentos na seringa de 60 mL (gotejamento indesejado), pois em caso positivo pode repercutir em um erro de medição.

3.2.5.4. Agita-se o frasco de estoque do titulado (frasco que contém a solução de ácido acético diluída pelo professor), com os cuidados já previstos por este roteiro antes de transferir 10 mL desta solução para um erlenmeyer, por meio de uma seringa de 20 mL já devidamente rinsada por esta solução.

3.2.5.5. Por intermédio de um frasco piseta transfere-se um pequeno volume de água destilada para o frasco de titulação que conterá o ácido acético ($\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$) de concentração desconhecida, acrescentado concomitantemente cinco gotas do extrato de almeirão (indicador ácido base) por meio de uma seringa de 20 mL.

OBSERVAÇÃO 6: O titulante será a solução de hidróxido de sódio (NaOH) na concentração nominal de $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ e o titulado será a solução de ácido acético

ROTEIRO DO ALUNO

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

($\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$) de concentração desconhecida preparada pelo professor.

OBSERVAÇÃO 7: Este indicador apresenta três mudanças de coloração convenientes em relação ao meio em que ocupa. Em meio ácido apresenta uma coloração rosa indicando o excesso do cátion H^+ . Em meio moderadamente ácido a neutro apresenta uma coloração incolor e por fim em meio alcalino apresenta uma coloração amarela.

NOTA 5: NESTE ENSAIO SERÁ EXPLORADA A MUDANÇA DO MEIO MODERADAMENTE ÁCIDO (INCOLOR) PARA O MEIO LEVEMENTE BÁSICO (COR AMARELA), QUE CARACTERIZA O EXCESSO DO ÂNION HIDROXILA (OH^-) PROVENIENTE DESTA REAÇÃO, DETERMINANTE NO MONITORAMENTO DO PONTO FINAL PELA AÇÃO DOS INDICADORES ALTERNATIVOS NO MEIO.

OBSERVAÇÃO 8: O escoamento ideal controlado pela mão direita deve ser de forma a gerar uma gota a cada dois segundos e a mão esquerda deve conferir ao frasco de titulação uma movimentação sinuosa e concêntrica de sua base em torno do centro de simetria do diâmetro do frasco de titulação, para que a gota possa entrar em contato direto com a solução.

NOTA 6: A cada 1/8 de volta do manipulô uma gota de volume aproximado a 0,06 mL é formado devido deslocamento axial do êmbolo, que percorre a distância linear de 0,14 mm. A cada volta completada no manipulô o volume aproximado de 0,48 mL é escoado para o frasco de titulação, proveniente do deslocamento axial do êmbolo, que percorre a distância linear de 1,13 mm.

3.2.5.6. Iniciar a titulação utilizando a mão esquerda para segurar o frasco de titulação posicionado abaixo da ponta da seringa de 60 mL e efetuar o escoamento do titulante contido na seringa de 60 mL ao girar o manipulô do sistema mecânico no

ROTEIRO DO ALUNO

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

sentido da orientação dos ponteiros do relógio até alcançar o ponto final da titulação (solução a ser titulada mudará do incolor para o amarelo).

OBSERVAÇÃO 9: A constante adição do titulante mediante ao gotejamento do mesmo ao titulado deve ser monitorado por meio da alteração dos indicadores, até se obter o ponto final da titulação indicado pela mudança da coloração incolor para a amarela.

OBSERVAÇÃO 10: Ao obter o ponto final deve se anotar o volume adicionado para poder efetuar os cálculos da concentração real do titulado ($\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$) em função do conhecimento da concentração exata da solução titulante (NaOH), bem como de seu volume gasto para ocorrer a neutralização. **Para essa leitura deve ser usado um gabarito feito pelo professor. Este gabarito constitui-se de um pedaço de plástico ou papel, onde serão traçados dez traços, que subdividam igualmente um intervalo de um mililitro da escala da seringa. Este gabarito é necessário para ser feita uma estimativa da medição do volume na segunda casa decimal.**

OBSERVAÇÃO 11: Descartar todo o conjunto do rejeito em local adequado determinado pelo professor e lavar os frascos.

OBSERVAÇÃO 12: Os itens 3.2.5.1 ao 3.2.5.6 são repetidos mais uma vez, com fim de se estabelecer um intervalo de confiança para as medições que devem apresentar uma diferença de valores máxima de $\pm 0,5$ mL. Só será considerada correta a titulação que respeitar esta normativa

NOTA 7: O intervalo de confiança para as medições devem apresentar uma diferença de valores máxima de $\pm 0,1$ mL para um sistema convencional (bureta). Nesta prática a diferença de valores entre duas medições consecutivas será de $\pm 0,5$ mL com intuito de dar uma flexibilidade maior aos alunos, os quais ainda nunca

ROTEIRO DO ALUNO

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE
 UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM
 TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO
 (ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

tiveram contato com o titulador alternativo. O outro motivo é que a prática será executada em trio onde cada aluno irá executar uma das três titulações o que pode elevar o erro no resultado final.

4.0. RESULTADOS

Quadro 9: Inserção dos resultados da titulação pelos alunos

DADOS DA TITULAÇÃO	ALUNO 1 (realiza a titulação)	ALUNO 2 (auxilia o aluno 1 na verificação visual do ponto final)	ALUNO 3 (auxilia o aluno 1 quanto ao número de voltas do manipulô até o ponto final)	VOLUME OBTIDO	Número de voltas do manipulô
Volume de Hidróxido de sódio da primeira titulação (VT1)					
Volume de Hidróxido de sódio da segunda titulação (VT2)					
Volume de Hidróxido de sódio da terceira titulação (VT3)					

ROTEIRO DO ALUNO

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE
 UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM
 TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO
 (ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

5.0. CÁLCULOS A SEREM EXECUTADOS PELOS ALUNOS.

5.1. FORMULAS PERTINENTE AOS CÁLCULOS SIMPLES PROPOSTOS

Média (aritmética) = $VT1 + VT2 + VT3 / 3$

Média (aritmética) = $\frac{+ \quad + \quad +}{3}$ =>

Média (aritmética) = _____ (Anotar resultado)

Diferença entre os volumes = Maior volume obtido (>VT) – Menor volume obtido (<VT) =>

Diferença entre os volumes= _____

Diferença entre os volumes= _____ (Anotar resultado)

LEGENDA:

VT1 - Volume de titulante da titulação do aluno 1

VT2 - Volume de titulante da titulação do aluno 2

VT3 - Volume de titulante da titulação do aluno 3

>VT – Maior volume obtido dentre as três titulações

<VT – Menor volume obtido dentre as três titulações

ROTEIRO DO ALUNO

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO
(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

Quadro 10: Avaliação da titulação

Dados da titulação	Resultado	Condicional
Média aritmética dos três volumes		A média ter um número depois da vírgula
Diferença entre os três volumes		A titulação será considerada razoável se a diferença entre os valores máximos for de $\pm 0,5$ mL do valor

5.2. CALCULARAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE UMA AMOSTRA DE VINAGRE ($\text{H}_3\text{CHCO}_2\text{H}$) POR INTERMÉDIO DO CONHECIMENTO DA CONCENTRAÇÃO DO TITULANTE, BEM COMO A MÉDIA ARITMÉTICA DO VOLUME OBTIDO.

NOTA 6: Os cálculos devem ser desenvolvidos de acordo as explicações teóricas e formulas apresentadas pelo professor antes do procedimento.

5.2.1. Calcular a concentração do titulado diluído (solução diluída de ácido acético- $\text{H}_3\text{CHCO}_2\text{H}$) a partir da média aritmética do volume obtido do titulante (NaOH) e de sua concentração conhecida.

Lembrete: $M(\text{titulante}) \times V(\text{titulante}) = M(\text{titulado diluído}) \times V(\text{titulado diluído})$

ROTEIRO DO ALUNO

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE
UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM
TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

5.2.2. Calcular a concentração real do titulado (solução original do ácido acético) uma vez que já é conhecida a concentração do ácido diluído.

OBSERVAÇÃO 1: O professor deverá revelar e relembrar neste momento o que é fator de diluição e como chegar ao seu valor.

ROTEIRO DO ALUNO

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE
UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM
TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

5.2.3. CÁLCULAR A MASSA DE ÁCIDO ACÉTICO DA AMOSTRA ORIGINAL.

Executar regra de três sabendo que a peso molecular do ácido acético é aproximadamente igual a 60,00 g/mol.

5.2.4. CALCULAR A PORCENTAGEM EM MASSA DE ÁCIDO ACÉTICO DA AMOSTRA ORIGINAL.

Executar regra de três simples sabendo que a percentagem do rotulo do frasco esta em função de 100 mL de solução.

ROTEIRO DO ALUNO

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS EXPRESSÕES DE CONCENTRAÇÕES DE
UMA AMOSTRA DE VINAGRE UTILIZANDO COMO FERRAMENTA UM
TITULADOR ALTERNATIVO E UM INDICADOR ÁCIDO-BASE ALTERNATIVO

(ADAPTAÇÃO DE MICHEL, 2014)

6.0. REFERÊNCIAS

BACCAN, Nivaldo. et al. **Química analítica quantitativa elementar**. Editora the macmillian company. 3ª edição campinas, 2001.pg.46 -83

MICHEL, Ricardo C. **Roteiro do aluno - Material destinado a disciplina de laboratório para produção e avaliação de material didático para o ensino de química**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de janeiro: 2014

SKOOG, D.A. etall. **Fundamentos de química analítica**. Editora thomson learning LTDA, 8ª edição, norte americana, 2006.

ALEXÉEV, V. **Análise quantitativa**. Tradução. Albano Pinheiro Melo, Editora livraria LOPES DA SILVA, 3ª edição, Porto, 1983.

.






APÊNDICE C: DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E COMPONENTES

Quadro 11: Descrição de equipamentos e componentes usados no procedimento de confecção do titulador alternativo

Nome	Imagem	Característica
Estojo ou barra rosqueada de 1/4"		Utilizado em construção civil para sustentação de estruturas metálicas diversas, normalmente encontradas com um acabamento superficial zincado.
Tirante ou parafuso com rosca parcial de 5/16"		Utilizados em montagens de máquinas e equipamentos industriais, estruturas metálicas, etc.
Arruela lisa de 5/16" e 1/4"		Utilizada para aumentar a área de apoio da porca e sua especificação é de acordo com o diâmetro do furo
Porca sextavada de 5/16" e 1/4"		Utilizado em conjunto com parafusos com rosca parcial, estojos, etc. na fixação de conjuntos diversos.
Parafuso auto-atarraxante de cabeça chata do tipo fenda simples		Utilizado na montagem de sistemas metálicos como chapas metálicas, assim como fixação de objetos diversos em paredes de alvenaria.

Cantoneiras		Haste de metal dobrada em “L” utilizada para sustentar outros materiais presos perpendiculares ao seu ponto de apoio.
Lixa para massa		Utilizada para remoção de pequena quantidade de material por abrasão. Esta lixa serve alumínio, madeira, polímeros, etc
Grampo		Instrumento utilizado para fixar materiais.
Torno de bancada ou morsa		Instrumento utilizado para fixar materiais diversos.
Furadeira		Equipamento que ao ser acionado permite um movimento giratório de um mandril. Neste mandril pode-se prender um número razoável de brocas de diâmetros diferentes
Mandril		Parte da furadeira, que permite à fixação das diversas ferramentas a furadeira.

Broca de aço rápido		Ferramenta de corte, que é presa ao mandril de uma furadeira, que permite fazer furos em metais.
Broca de madeira		Ferramenta de corte, que é presa ao mandril de uma furadeira, que permite fazer furos em madeira.
Arco de serra		Utilizado para serrar metais ou madeiras de acordo com a serra empregada.
Suporte para serra copo		Ferramenta que permite acoplar uma serra copo a um mandril de furadeira
Serra copo para madeira		Quando acoplada à furadeira esta serra pode fazer furos em madeira de diâmetros superiores a capacidade do mandril de uma furadeira convencional.
Chave de boca ajustável (Inglesa)		Utilizado para manusear as porcas sextavadas, conferindo um torque adequado às mesmas ao longo de um sistema rosqueado.

Chave de fenda simples		Utilizado para manusear parafusos auto-atarraxante de cabeças chatas redondas ou escareadas do tipo fenda simples, conferindo-lhes um torque adequado ao longo da penetração do parafuso em materiais diversos.
Jogo de macho		Utilizado para abrir sulcos helicoidais com o passo de rosca do respectivo parafuso por usar
Lima do tipo chata		Utilizada para pequenos desbastes (retirada de material) em metais. Usada também para remoção de rebarbas nas arestas de peças metálicas
Martelo tipo bola		Permite através de golpear metais para deformar, e ou endireitar. Usado também para golpear outras ferramentas de cisalhamento.
Paquímetro		Instrumento utilizado para determinação de dimensões de uma peça qualquer, através de sua leitura.

REFERÊNCIA:

IPABRAC. **Catálogo da empresa parafusos, equipamentos, ferragens ferramentas e abrasivos.** Disponível em: <www.ipabrac.com.br>. Acesso em: 06/07/2015.

APÊNDICE D: MANUAL DE CONSTRUÇÃO DO TITULADOR ALTERNATIVO

MANUAL DE CONSTRUÇÃO DO TITULADOR ALTERNATIVO

Universidade Federal do Rio de Janeiro



Autor: Leonardo dos Santos

Contato: Leonardo.santos.quimico@gmail.com

MARÇO, 2016

MANUAL DE CONSTRUÇÃO DO TITULADOR ALTERNATIVO

Este manual é um fragmento do trabalho de conclusão de curso submetido ao curso de Licenciatura em Química, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção da habilitação de Licenciado em Química.

A abordagem desta iniciativa é dividida em quatro etapas dedicadas à confecção dos principais componentes do titulador e três etapas que se atêm na montagem destes mesmos componentes. A figura 30 permite a visualização dos componentes citados que compõem o titulador alternativo proposto.



Figura 30: Componentes do sistema alternativo

As informações referentes à confecção dos componentes que permitem a montagem do titulador alternativo estão detalhadas minuciosamente nos itens a seguir.

1 CONSTRUÇÃO DO TITULADOR ALTERNATIVO

1.1 CONSTRUÇÃO DA BASE DO TITULADOR ALTERNATIVO

1.1.1 Construção do molde da parte central da base

O primeiro componente da base do titulador é o molde da parte central da base do titulador. Este componente é uma estrutura primária que propiciará os contornos e formatos definitivos da base do titulador alternativo. A seguir temos detalhada a construção do molde da base do titulador, por meio da utilização de um pote plástico, de dimensões (C x L x H) 250 mm x 60 mm x 70 mm. O pote foi traçado e furado nas posições descritas conforme a figura 31. Cabe deixar claro que qualquer pote de forma quadrada ou triangular de dimensão superior a citada poderá ser utilizado desde que ocorram as devidas correções dos comprimentos dos estojos nas partes que serão montados os fragmentos da base do titulador alternativo. “A função do molde (pote ou frasco) é somente conter a maioria dos componentes da base, sobretudo os estojos de 1/4”, que ficarão submersos em uma camada rígida de concreto.

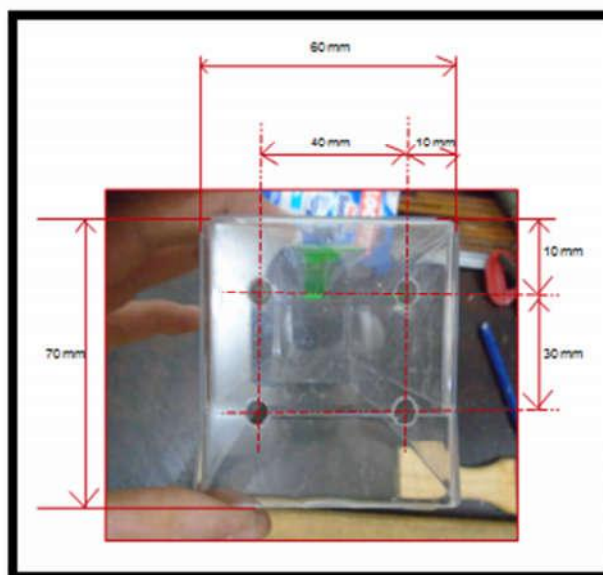


Figura 31: Molde da base central do titulador

OBSERVAÇÃO 1: As posições dos furos foram traçados com “pilot” e régua . A operação de furação fez-se por intermédio de uma máquina de furar comum.

NOTA 1: AO EXECUTAR UMA OPERAÇÃO DE FURAÇÃO É RECOMENDADO, QUANDO POSSÍVEL, UTILIZAR PELO MENOS TRÊS BROCAS DE DIÂMETRO INFERIOR AO DIÂMETRO NOMINAL DESEJADO DE 1/4”. ESTA MEDIDA EVITA QUE DURANTE O DESBASTE, EXECUTADO PELA ARESTA DE CORTE DA BROCA, A QUANTIDADE DE MATERIAL SEJA SUPERIOR AO QUE POSSA SER REMOVIDA POR SUA SAÍDA (SULCO LONGITUDINAL HELICOIDAL EXISTENTE NA BROCA QUE FACILITA E DIRECIONA A SAÍDA DO CAVACO). ASSIM ESTA MEDIDA EVITA ACIDENTES GERADOS POR ENGRIPAMENTO (BROCA FICA PRESA) DA BROCA NO MATERIAL POR FURAR.

1.1.2 Construção do limitador de avanço de concreto na parte central da base

Outro componente importante para a montagem da base do titulador consiste de um pequeno anteparo denominado limitador, o qual é entendido como o segundo componente da base do titulador. Este anteparo tem como função suprimir o avanço do concreto, tornando possível a delimitação da área desocupada, que será preenchida posteriormente, na montagem, pelos fragmentos A e B da base. O

limitador constitui-se de uma chapa de alumínio, ou qualquer outro material ou liga metálica de dimensões (C x L x H) 70 mm x 60 mm x 1 mm. Os orifícios foram traçados e furados os orifícios nas posições detalhadas na figura 32.

NOTA 2: O CONCRETO ARMADO FOI FEITO COM AS MESMAS CARACTERÍSTICAS DE UM CONCRETO DESTINADO A CONFECÇÃO DE ARGAMASSA DE REFORÇO NA PROPORÇÃO DETALHADA 1:1,33:2,33 NA RESPECTIVA ORDEM DE CIMENTO, PEDRISCO E AREIA (REIS, 1998). A QUANTIDADE DE ÁGUA ADICIONADA E A HOMOGENEIZAÇÃO DOS COMPONENTES ENVOLVIDOS PERMITIRAM QUE O CONCRETO ADQUIRISSE UMA CONSISTÊNCIA SEMELHANTE AO OBSERVADO NA FIGURA 35 A.

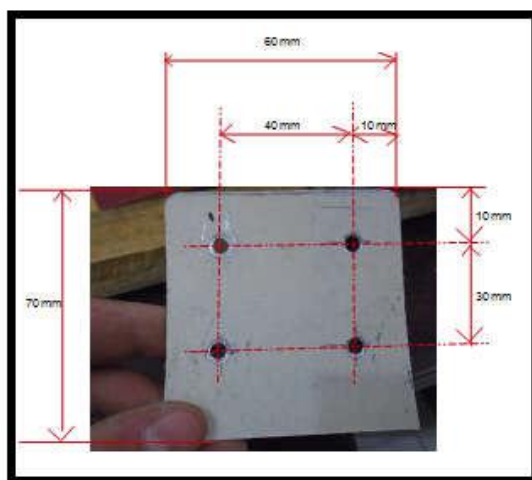


Figura 32: Limitador de área da parte central da base do titulador

OBSERVAÇÃO 2: Como a chapa utilizada (esta chapa oriunda de uma calha velha) era branca o traçado foi realizado com lápis comum. Ao executar os furos deve-se seguir as orientações expressas na nota 1.

OBSERVAÇÃO 3: A chapa deve ser presa em torno bancada ou graminho, a fim de evitar acidentes.

1.1.3 Preparação do estojo da parte central da base

O terceiro componente da base do titulador é um estojo (ver figura 33) com rosca de 1/4", que deverá ser dividido em quatro pedaços iguais de 320 mm no sentido do comprimento.



Figura 33: Corte dos estojos

OBSERVAÇÃO 4: O estojo é apoiado em uma madeira de sacrifício ou torno de bancada, com a marcação do local do corte executada previamente por meio de caneta "pilot".

Uma "porca de 1/4" é colocada anterior à posição de corte, com objetivo de utilizá-la para remoção das possíveis rebarbas geradas durante a operação. O corte é feito com uma serra dentada de aço rápido montada em um arco de serra. A operação é realizada por meio de golpes desferidos contra o estojo deslizando todo o comprimento da serra ao longo do ponto marcado. Essa operação deve ser contínua, contudo ao passo que se aproxima o fim do corte deve-se diminuir a intensidade e força dos golpes.

1.1.4 Finalização da parte central da base do titulador alternativo

Após a confecção do molde da base, do limitador e dos estojos do titulador alternativo deve-se iniciar a montagem base central do titulador. A base deve ser montada atentando-se aos detalhes das dimensões do estojo determinados na figura 34.

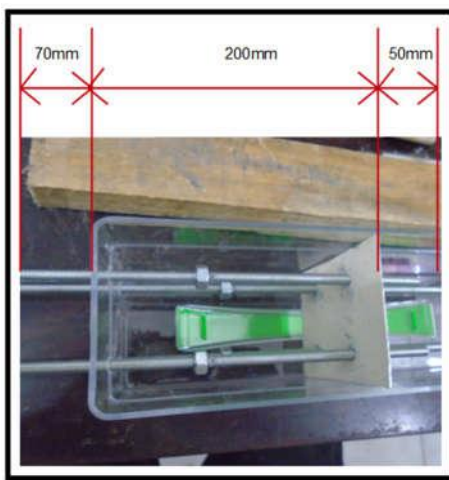


Figura 34: Montagem da parte central da base central do titulador

A Figura 35 destaca a montagem dos estojos, que adentram no molde da base central, seguida da adição de uma porca de 1/4", que por conseguinte adentra no limitador da base do titulador. Ao final do estojo após o limitador, foi adicionado outra porca de 1/4" para sustentar o limitador, que deverá ficar devidamente encaixado no molde da base do titulador.

A montagem da parte central da base do titulador é finalizada conforme a sequência de ações detalhadas contidas na figura 35. Assim a Figura 35 A detalha a montagem de arames entre os estojos que adentram no molde da base central, Em seguida na figura 35 B temos a adição do concreto armado em toda extensão do molde de plástico que é restringido pelo limitador da base do titulador (a função de limitar o avanço do concreto fica evidente na figura 35 C). Na figura 35 D obtemos o produto final desejado a base central do titulador. Os detalhes a cerca do concreto podem ser revisados na NOTA 2.

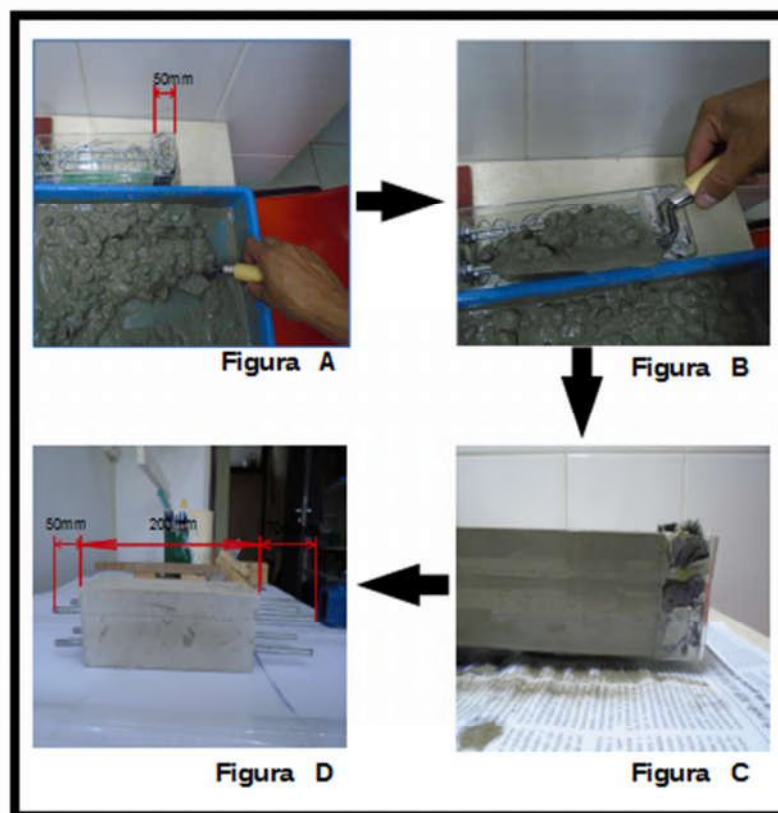


Figura 35: Finalização da parte central da base do titulador

1.1.5 Construção dos fragmentos da base do titulador alternativo

O quarto e quinto componentes da base do titulador alternativo compreende os dois fragmentos de madeira, cujas dimensões (C x L x H) 192 mm x 59 mm x 53 mm ocupam as extremidades da base central do titulador. O quarto componente é o fragmento A, que será montada na parte dianteira da base central, acoplada concomitantemente a haste conexão. O quinto componente é o fragmento B, que servirá tão somente de apoio para a base central do titulador. Os orifícios foram traçados e furados conforme detalhado na figura 36.

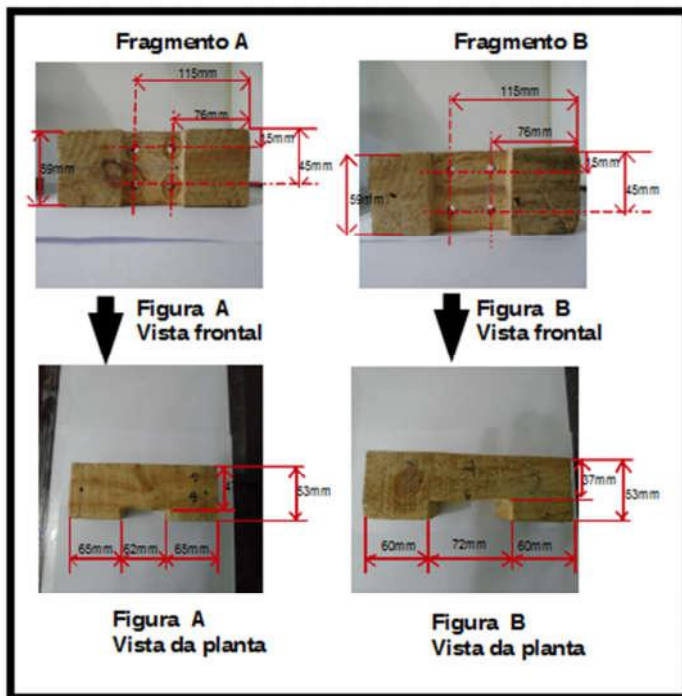


Figura 36: Fragmentos da base do titulador alternativo

1.2 CONSTRUÇÃO DA HASTE DE CONEXÃO

A haste é um componente de madeira, cujas dimensões (C x L x H) 525 mm x 60 mm x 24 mm, e seus orifícios orientam tanto a base central como o alojamento da seringa. Seus orifícios foram traçados e furados cuidadosamente conforme detalhado na figura 30. Assim esta vara servirá como uma haste de conexão entre a base do titulador, o sistema mecânico e o alojamento da seringa.

Os orifícios centralizados, na parte superior da haste de conexão, foram realizados com auxílio de uma broca de diâmetro igual a 1/8", para que posteriormente pudessem ser montadas através destes orifícios duas cantoneiras de latão. Estas cantoneiras terão a finalidade de sustentar o sistema mecânico e as orientações das respectivas furações estão detalhadas na figura 46 no seguimento C, onde todos os furos referentes a haste de conexão deve ser maior do que 3/32".

Os orifícios das cantoneiras de latão referentes à passagem dos tirantes para

montagem do sistema mecânico foram realizados segundo as instruções da figura 37.

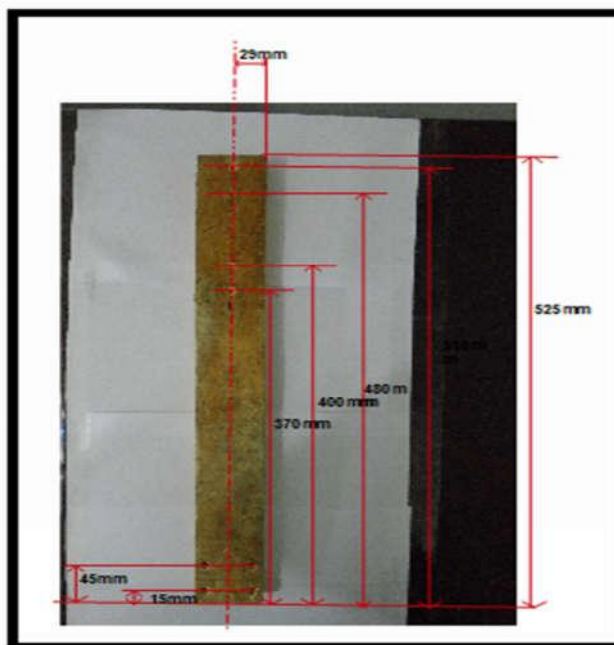


Figura 37: Haste de conexão entre a base e o sistema mecânico do titulador

1.3 CONSTRUÇÃO DO SISTEMA MECÂNICO

1.3.1 Construção do eixo de deslocamento axial pertencente ao sistema mecânico.

O eixo de deslocamento axial é a parte mecânica do sistema, que proporciona o deslocamento do embolo da seringa no sentido do longitudinal do eixo (sentido dos tirantes). Este conjunto é dividido em cinco fragmentos, onde quatro destes são oriundos de duas cantoneiras de alumínio enquanto o último é originário de pedaço de couro sintético, neste caso particular, de um recorte de um cinto velho. Todos os cinco fragmentos serão utilizados na construção da base deslizante de deslocamento axial, que será acoplado à extremidade exterior do embolo da seringa. Os respectivos fragmentos foram traçados e furados conforme os detalhes na sequência de figuras dos respectivos componentes deste conjunto.

1.3.2 Construção do primeiro e segundo fragmentos do sistema mecânico.

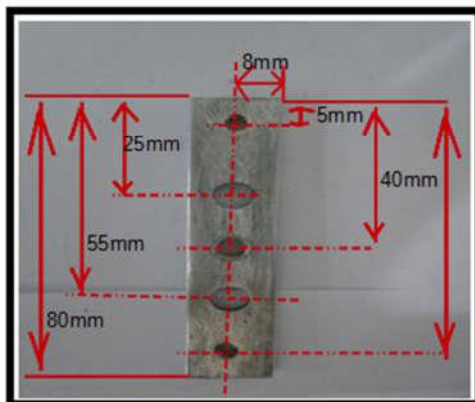


Figura 38: Detalhe do primeiro e segundo fragmentos do conjunto do eixo axial.

O primeiro e segundo fragmento (detalhe na figura 38) deste conjunto é originário de uma cantoneira de alumínio e possuem as mesmas dimensões (C x L x H) 80 mm x 16 mm x 3 mm. Estes fragmentos se caracterizam por possuírem um furo central de no diâmetro de $7/32''$ (5,56 mm), para posteriormente ser rosqueado com um fragmento de estojo de $1/4''$ (6,35 mm). Como o alumínio é macio o próprio estojo amparado por duas porcas e chave de boca regulável é empregado para rosquear o respectivo furo substituindo a utilização do macho de $1/4''$ e seu respectivo desandador.

O primeiro e segundo fragmento ainda possui mais dois pares de furos idênticos separados simetricamente em relação ao furo central conforme detalhado na figura 38. O par de furos próximos ao centro possuem o diâmetro de $5/16''$ (7,94 mm) e serão por eles que passarão os tirantes de $5/16''$ enquanto o par de furos das extremidades dos fragmentos possuem o diâmetro de $3/32''$ (2,38 mm). Este par de furos da extremidade também será rosqueado por parafuso de cabeça chata com fenda para madeira, que possui o diâmetro de 2,8 mm. Cabe atentar que neste último par de furos os diâmetros e por conseguinte os parafusos, podem ser substituídos desde que haja uma diferença que varie entre 0,50 mm a 0,70 mm.

1.3.3 Construção do terceiro fragmento do sistema mecânico.

A figura 39 a seguir detalha a confecção do terceiro fragmento, cuja estrutura é oriunda de um recorte de couro sintético (cinto velho). Este fragmento possui as mesmas dimensões do primeiro e segundo fragmento (C x L x H) 80 mm x 16 mm x 3 mm, uma vez que ele ficara montado entre os mesmos e esta montagem é a parte central principal deste eixo de deslocamento axial.

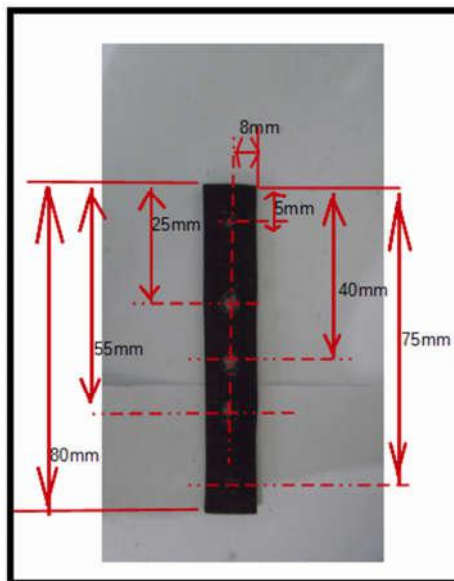


Figura 39: Construção do terceiro fragmento do conjunto do eixo.

A função do terceiro fragmento no conjunto é de atuar como um sistema atenuador das torções geradas durante o movimento helicoidal do estojo. Este aparato se faz necessário, uma vez que os furos remetidos aos orifícios dos tirantes não possuem um ajuste de folga razoável devido a ausência de um conjunto de alargadores e um desandador.

1.3.4 Construção do quarto fragmento do sistema mecânico.

A figura 40 destaca os detalhes diferentes do quarto fragmento do conjunto do eixo em relação ao primeiro e segundo. Embora possua um comprimento de 95 mm, que é superior aos demais, este fragmento possui as mesmas características do furo central, dos furos adjacentes e dos furos das extremidades. Exceto pelo fato de um dos furos da extremidade ser passante e escareado conforme podemos observar na parte debaixo da figura 40.

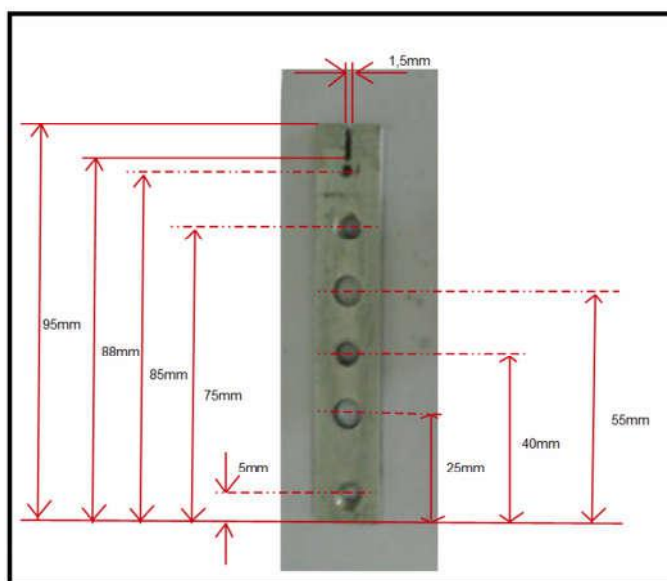


Figura 40: Quarto fragmento do conjunto do eixo

Outra característica deste quarto fragmento está no fato do rasgo de 1,5 mm de espessura por 7 mm de comprimento. Esta reentrância tem por servir de presilha para as extremidades da haste do êmbolo da seringa hospitalar.

1.3.5 Construção do quinto fragmento do sistema mecânico.

A figura 41 revela diretamente as dimensões do quinto fragmento. Nela é encontrada as posições dos orifícios importantes para a montagem do eixo. Assim no comprimento de 9 mm temos um furo passante de 5/16" enquanto na posição de comprimento 19 mm temos o furo de 1/8" que será rosqueado por parafuso de cabeça chata com fenda para madeira, que possui o diâmetro de 2,8 mm. Cabe atentar que neste último par de furos os diâmetros, e, por conseguinte os parafusos poderão ser substituídos desde que haja uma diferença que varie entre 0,50 mm a 0,70 mm.

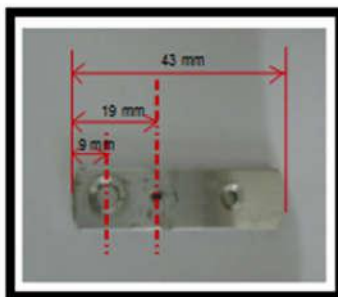


Figura 41: Quinto fragmento do conjunto do eixo

1.4 CONSTRUÇÃO DO ALOJAMENTO DA SERINGA.

O alojamento da seringa é construído de duas peças de madeira cujas dimensões estão explicitadas nas figuras 42 e 43. A furação principal marcada pelo orifício em torno da seringa é igual nas duas peças. Contudo existem algumas particularidades entre elas.

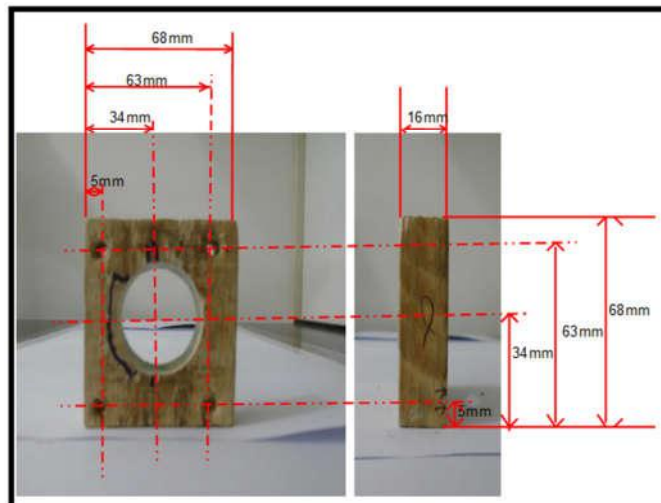


Figura 42: Primeira peça do alojamento da seringa

Na figura 42 todos os furos em torno do orifício principal, que conterà seringa são passantes. O diâmetro do orifício principal é de 45 mm, enquanto os das extremidades têm o diâmetro de 5/16" (7,94 mm).

OBSERVAÇÃO 6: Todas as rebarbas de madeira devem ser retiradas com a grossa, enquanto no alumínio com a lima. No caso dos furos em ambos os casos (madeira ou alumínio) estes devem ser levemente escareados com brocas de diâmetro três vezes superior ao diâmetro nominal do furo quando possível. No caso desta broca de diâmetro maior poderá ser utilizado ou lima ou grossa redondas.

A figura 43 determina a posição dos orifícios da segunda peça do alojamento da seringa. Esta peça também possui uma furação do orifício passante principal de 45 mm assim como na primeira peça, contudo os orifícios adjacentes, embora estejam nas mesmas posições, possuem um diâmetro de 1/8", que será rosqueado por parafuso de cabeça chata com fenda para madeira, que possui o diâmetro de 2,8 mm.

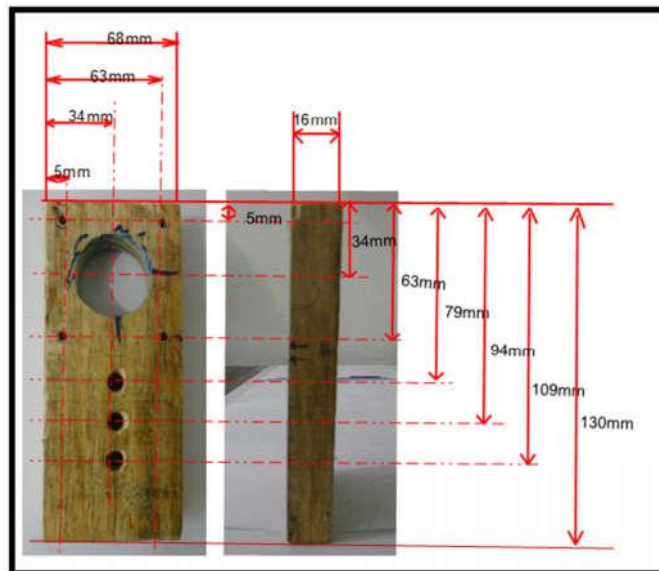


Figura 43: Segunda peça do alojamento da seringa

A segunda peça possui ainda mais três furos ao longo do seu comprimento. O orifício localizado 94 mm do topo do alojamento possui um diâmetro de $\frac{1}{4}$ ", enquanto os outros dois localizados a 79 mm e 109 mm do topo possuem um diâmetro de $\frac{5}{16}$ ". A função destes orifícios é para servirem de guias para o sistema mecânico, que será montado sobre a haste de conexão, permitindo que o alojamento da seringa posteriormente seja fixado ao sistema mecânico por meio do ajuste de interferência, assim como pelas porcas nos tirantes de $\frac{5}{16}$ ".

2 MONTAGEM DOS COMPONENTES DO TITULADOR ALTERNATIVO

2.1 MONTAGEM DA HASTE DE CONEXÃO NA BASE DO TITULADOR.

A montagem da base do titulador foi desenvolvida conforme discriminado na sequência de operações descritas na figura 44 a seguir. Deve-se atentar durante a montagem da haste de conexão, se esta possui uma aproximação visual razoável de perpendicularidade para com a base do titulador alternativo.

OBSERVAÇÃO 5. Esta perpendicularidade é importante, visto que, à medida que a

mesma se distancia do ideal, ocorrerá como reflexo um posterior distanciamento da posição ideal da seringa que ao conter um determinado volume terá uma distorção do menisco em relação à escala da seringa. Caso seja observado um distanciamento da perpendicularidade ideal em razão de alguma imperfeição nos fragmentos A e B, deve-se utilizar arruelas extras nas posições antagônicas às protuberâncias, ou vales que comprometem o desempenho deste ajuste.

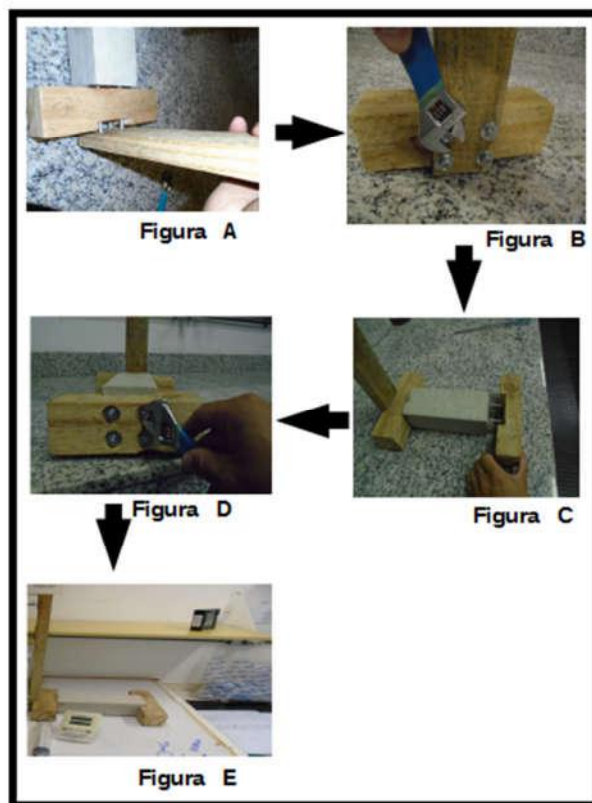


Figura 44: Montagem da base do titulador

2.2 MONTAGEM DOS FRAGMENTOS DO EIXO DO SISTEMA MECÂNICO

Na figura 45 temos a ilustração da montagem dos fragmentos que constituem o eixo de deslocamento respectivamente na sequência da esquerda para a direita.



Figura 45: Montagem do eixo

2.3 MONTAGEM DO SISTEMA MECÂNICO NA HASTE DE CONEXÃO E NO ALOJAMENTO DA SERINGA.

A montagem do alojamento foi realizada somente após a montagem do eixo do sistema mecânico à haste de conexão. Nesta oportunidade pode ser observada a montagem completa do alojamento devidamente preso ao sistema mecânico, por meio de suas guias e tirantes.

A sequência lógica de montagem está esboçada na figura 46 através de seus seguimentos, que são identificados na mesma pelas letras do alfabeto. A montagem se estende na figura 46, desde o seguimento A ao seguimento G.

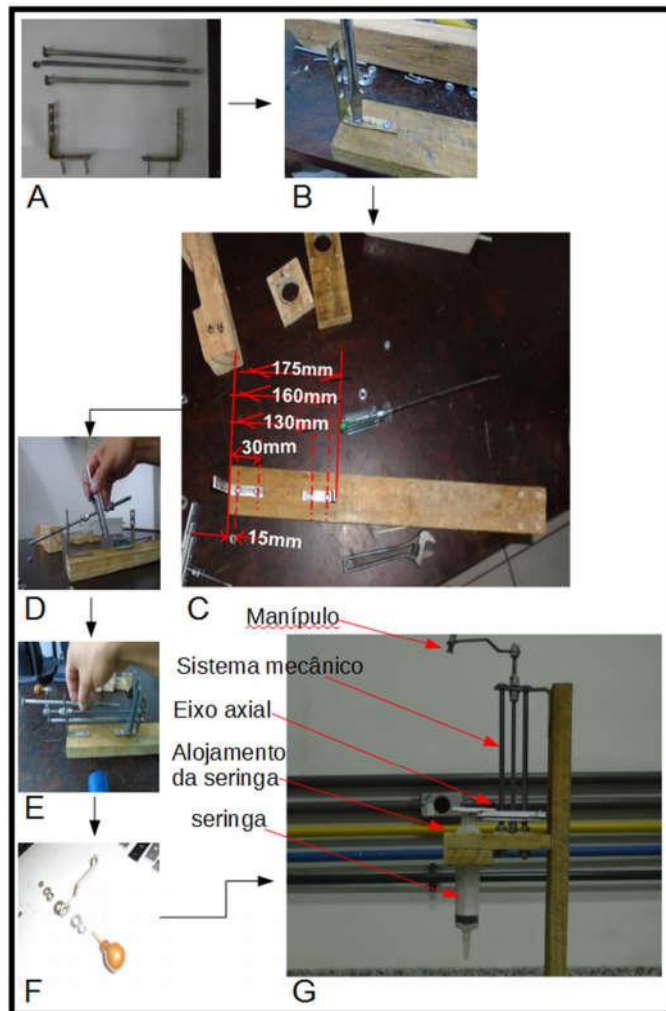


Figura 46: Montagem do sistema mecânico e o alojamento da seringa

Os seguimentos A, B e C demonstram a montagem das cantoneiras de latão na haste de conexão, através da utilização de parafuso de madeira de 2,8 mm. Os seguimentos D e E demonstram a montagem do sistema mecânico. O seguimento F demonstra a ordem de montagem do manipulador. E por fim a figura G detalha o conjunto total destacando a montagem da seringa ao seu alojamento, bem como o acoplamento do êmbolo da seringa ao eixo de deslocamento axial, que é movimentado pela rotação do manipulador que está fixado perpendicularmente ao parafuso helicoidal macho por meio de porcas de fixação.

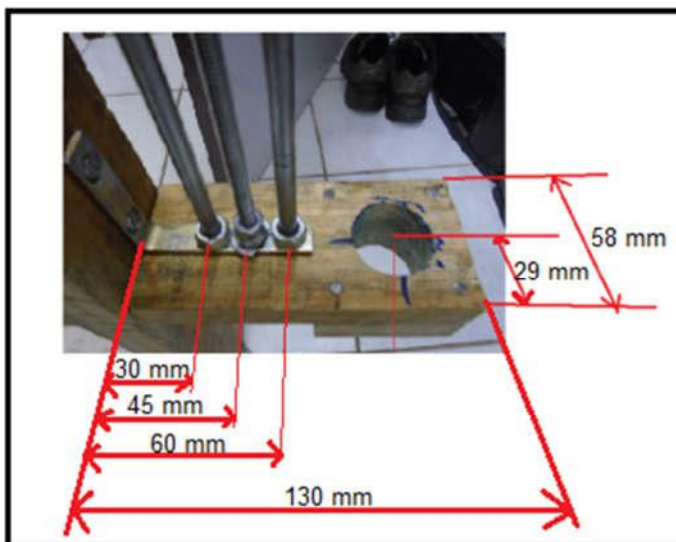


Figura 47: Detalhe da orientação dos orifícios na cantoneira de latão e alojamento da seringa

Cabe lembrar que a figura 47 determina a posição de furação dos dois orifícios de 5/16" adjacentes e do orifício central de 1/4".

REFERÊNCIAS:

SENAI.SP.DRD. **Processos mecânicos de usinagem**. São Paulo, 1998. Disponível em: < <https://lcsime.files.wordpress.com/2013/01/apostila-senai-processos-mecc3a2nicos-de-usinagem.pdf>>. Acesso em: 06/07/2015.

SENAI.SP.DRD. **Leitura e interpretação de desenho técnico mecânico**. São Paulo, 1996. Disponível em: http://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/prof_shiroma/Senai_Leitura_e_interpretacao_de_projetos.pdf. Acesso em: 06/07/2015.

SENAI.SP.DRD. **Desenho técnico**. São Paulo, 2005. Disponível em: < http://www.georeferencial.com.br/UNIFESP/Desenho_Tecnico/desenho_tecnico.pdf>. Acesso em: 06/07/2015.

APÊNDICE E: PROCEDIMENTOS DE UMA PRÁTICA PROCEDIMENTAL UTILIZANDO UM SISTEMA CLÁSSICO DE TITULAÇÃO E UM SISTEMA ALTERNATIVO DE TITULAÇÃO

SISTEMA CLÁSSICO TITULAÇÃO (BURETA)

A fim de obter um resultado mais próximo do real, os procedimentos de volumetria empregados devem ser criteriosamente executados segundo o procedimento de operação padrão (POP) específico para cada análise. De forma geral foi utilizado nesta prática uma simplificação genérica da prática sugerida pelos autores BACCAN, 2001 e VOGEL, 2006.

Foi montado o conjunto de titulação ácido base conforme o esboço detalhado na figura 48 abaixo.

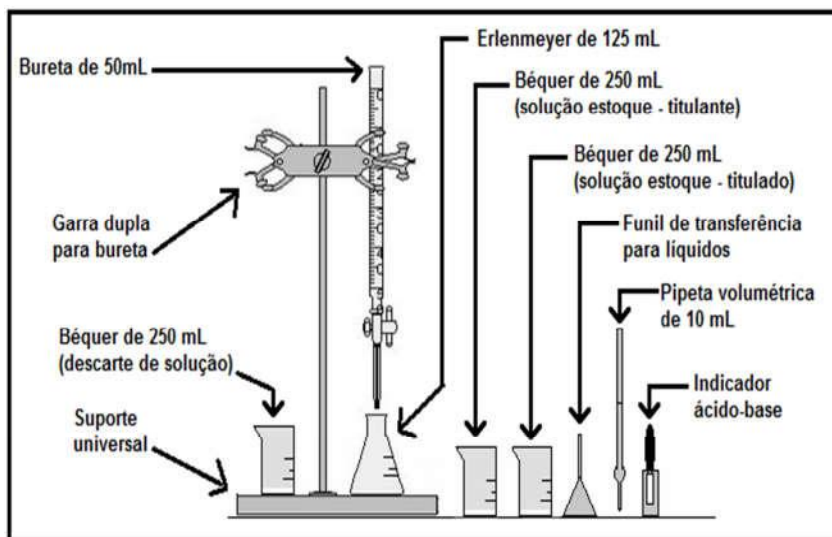


Figura 48: Montagem do sistema convencional de titulação (Adaptação de Xavier, 2012)

1. Ambas as soluções titulante e problema (titulado) contidas em seus respectivos

frascos foram homogeneizadas, para evitar zonas com gradiente de concentração.

2. Foram rinsados a bureta, o béquer e o funil de transferência para líquidos com a solução titulante. Em seguida foram rinsados a pipeta volumétrica de 10 mL e o béquer que contém a solução problema (titulado) com a solução problema (titulado).

NOTA3: Todo fluído oriundo deste processo foi transferido para o béquer de descarte de solução, para posterior neutralização e descarte.

3. A solução titulante foi transferida do frasco para o respectivo béquer e em seguida para a bureta, por meio de funil de transferência de líquidos. Neste momento o menisco foi ajustado de modo que o mesmo ficasse tangente ao ponto de zero do volume, no topo da bureta. Para isso foi limpo o fluído remanescente das paredes externas da bureta com papel de filtro e o fluido excedente descartado de seu interior até obter o ajuste do menisco ao ponto zero já citado.
4. OBSERVAÇÃO: O menisco é a curva característica do fluído quando contido em vasilhames com uma extensão cilíndrica de pequeno diâmetro.
5. Em seguida, a solução problema (titulado) foi transferida do frasco para o respectivo béquer e em seguida para o erlenmeyer, por meio da pipeta volumétrica de 10 mL. Para isso foi limpo o fluído remanescente nas paredes externas da pipeta volumétrica de 10 mL com papel de filtro e descartado o fluído excedente de seu interior até obter o ajuste do menisco. A transferência deve ser feita até que a maior parte do fluído fosse desprezado, deixando uma gota se formar num intervalo de 10 a 15 segundo após este descarte. Em seguida foi tocada a ponta da pipeta no erlenmeyer para transferir a gota formada para o mesmo.
6. Adicione de uma a duas gotas do indicador ácido base. Neste ensaio será utilizada a fenolftaleína 0,1%.
7. A titulação foi executada abrindo a torneira da bureta com a mão esquerda,

permitido um gotejamento contínuo de uma gota a cada dois segundos, ao mesmo tempo em que, a mão direita segura e agita (movimento circular) o erlenmeyer posicionado abaixo da ponta da bureta.

8. O processo foi desenvolvido até que ocorresse uma leve mudança da cor do indicador no meio reacional, em razão da adição controlada da solução titulante. O volume gasto de solução titulante foi igual a 9,60 mL
9. Foram desenvolvidas mais quatro titulações sucessivas onde os volumes obtidos não superaram a diferença entre o menor e o maior volume em 0,05 mL
10. Os dados desta titulação foram analisados no item 5.

SISTEMA DE TITULAÇÃO ALTERNATIVO (TITULADOR PROPOSTO)

Procedimento padrão de volumetria no titulador alternativo proposto

Os detalhes a cerca deste procedimento operacional foi realizado, para que o titulador alternativo pudesse reproduzir o mesmo grau de reprodutibilidade dos resultados da técnica original para bureta. Assim foi desenvolvido um procedimento operacional padrão em função da estrutura do equipamento alternativo. Os detalhes deste sistema podem ser visto na figura 49 e o passo a passo da parte do procedimento experimental poderá ser visto no anexo B, conhecido como relatório do aluno.

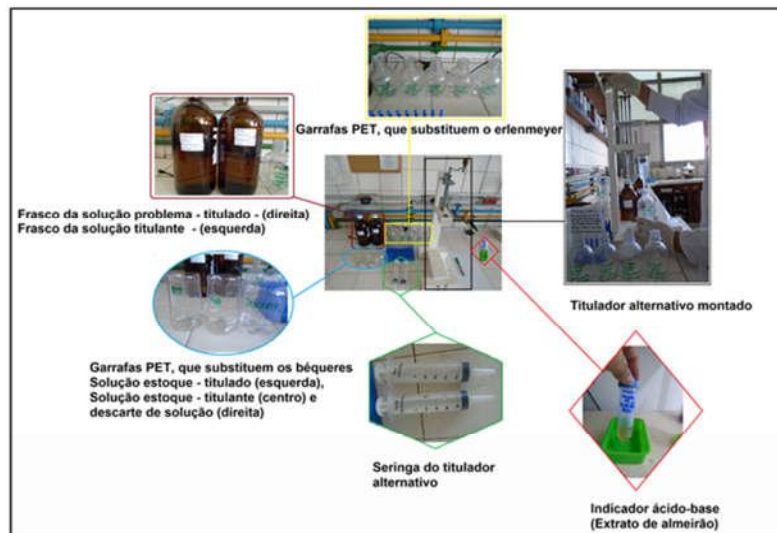


Figura 49: Montagem do sistema alternativo de titulação

REFERÊNCIAS:

XAVIER, Ingrid. **Determinação de ácido acético no vinagre**. Relatório acadêmico escolar ao curso de química da faculdade Senai de Anchieta. Base de dados do ebah, 2012. Disponível em: < <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAm4YAJ/determinacao-acido-acetico-no-vinagre> >. Acesso em: 06/07/2015.

APÊNDICE F: Preparação do extrato de almeirão em condições diferentes.

Os primeiros passos para obtenção do extrato bruto consistem na transformação do vegetal (almeirão) em fragmentos menores para aumentar a superfície de contato do mesmo com o solvente para que isso permitisse uma maior eficiência na extração dos flavonoides, seguido da utilização um solvente seletivo à espécie química (DIAS, 2003).

Embora a literatura ateste uma maior eficiência de extração de compostos fenólicos e flavonoides em soluções alcoólicas, e/ou, ácidas (SILVA et al, 2006; SPAGOLLA, 2009), foram realizadas três extrações diferentes. A primeira em 2014 com água quente (100°C), água em temperatura ambiente e etanol comercial a temperatura ambiente. A água foi usada em duas ocasiões devido ao fato de ser um solvente simples de fácil obtenção podendo gerar menos riscos de exposição durante a extração defronte os alunos, do que o etanol.

EXTRAÇÃO EM ÁGUA QUENTE E ÁGUA A TEMPERATURA AMBIENTE

O extrato de almeirão obtido em água quente foi utilizado em todos os ensaios deste trabalho e este extrato foi o mesmo utilizado nos testes em 2014 (ver figura 50). Este extrato apresentou uma coloração marrom clara em toda sua extensão e foi conservado congelado em geladeira até o presente momento em três frascos distintos conforme demonstrado na figura citada anteriormente.



Figura 50: Extrato aquoso obtido a quente (Ensaio realizado em 2014)

Já o extrato em água em temperatura ambiente foi obtido em 15/01/2015 (ver figura 51)

momento oportuno em que foi realizada esta comparação do mesmo extrato em circunstâncias de extração diferentes. Este extrato apresentou ao longo de sua escala uma coloração esverdeada, oriunda da matriz originária após a maceração.



Figura 51: Extrato aquoso obtido a temperatura ambiente

A água é um solvente polar prótico de momento dipolar maior que o etanol, logo nesta investida espera-se que a interação com as agliconas geradas na hidrólise, fosse mais seletiva à água quente do que pela água fria, tanto pelo fato do aquecimento favorecer a hidrólise, bem como pelo fato da solubilidade destas espécies químicas se tornarem maior com o aumento da temperatura.

EXTRAÇÃO EM ETANOL A TEMPERATURA AMBIENTE

No dia 15/01/2015 também foi realizado uma extração com metanol comercial a temperatura ambiente como mostrado na figura 52.



Figura 52: Extrato etanólico obtido a temperatura ambiente

O extrato bruto de etanol apresentou uma cor marrom clara em sua quase totalidade seguida de traços esverdeados da matriz originária.

AVALIAÇÃO GERAL

Os três extratos diferentes foram testados com o titulador alternativo a fim de avaliar seu desempenho como indicador ácido base. A figura 53 abaixo destaca a eficiência da extração realizada com o extrato aquoso obtido a quente, enquanto a figura 54 reforça o fracasso do extrato aquoso obtido a frio, já que não há transformação do indicador após a titulação indicando a ausência dos possíveis indicadores contidos no extrato de almeirão.



Figura 53: Titulação com extrato aquoso obtido a quente



Figura 54: Titulação com extrato aquoso obtido a temperatura ambiente

O extrato aquoso obtido a quente em 2014 apesar do tempo em que foi obtido mostrou-se capaz de mudar a coloração de incolor para amarelo dos indicadores contidos neste extrato ao contrário do aquoso obtido a frio que foi desqualificado por não demonstrar a presença dos indicadores. Este ensaio demonstra que a baixa solubilidade dos flavonoides em água fria torna inviável sua extração nestas condições.



Figura 55: Titulação com extrato etanólico obtido a temperatura ambiente

O ensaio com o extrato etanólico também foi satisfatório conforme demonstrado na figura 55. Nesta figura podemos perceber coloração amarela resultante da transformação do meio ácido para o meio levemente básico com em um pH igual como atestado na figura com a fita de pH (indicador comercial). Nesta investida foi verificado que os mesmos flavonoides alvo da extração em água quente também foram extraídos pelo etanol, visto que se obteve o mesmo resultado nas duas titulações distintas. Contudo as espécies alvos foram removidas seletivamente das folhas do vegetal pelo etanol sem a necessidade de doar calor para o sistema durante a extração.

REFERÊNCIAS:

SILVA, W. F. et al. **Proposta de uma nova rota de extração de flavonoides em própolis.** III ENCONTRO DE PESQUISA DE IES DO SISTEMA ESTADUAL DE MINAS GERAIS. UNEC-CARATINGA. p.92, Minas Gerais, 2006.

SPAGOLLA, L. C. et al. **Extração alcoólica de fenólicos e flavonoides totais de mirtilo “rabbiteye”(vacciniumashei) e sua atividade antioxidante.** Revista de ciências farmacêuticas básica e aplicada, v. 30, p.187 – 191, 2009.

DIAS, Marcelo V.; GUIMARÃES, Pedro Ivo C. **Corantes naturais: extração e emprego como indicadores de pH.** Revista química nova na escola, n.17, p. 27 – 31, 2003.